

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO



PROGRAMA DE MAESTRIA Y DOCTORADO EN ARQUITECTURA

**COMPORTAMIENTO ENERGETICO DE LA ENVOLVENTE
TRANSLUCIDA EN MEXICO.**

**CASOS DE ESTUDIO DE 3 TIPOS DE CLIMA REPRESENTATIVOS EN
EL PAIS.**

TESIS
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTORA EN ARQUITECTURA
PRESENTA
MARIA DEL PILAR BARRIOS RODRIGUEZ.

AÑO 2005.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



DIRECTOR DE TESIS:

M. EN ARQ. FRANCISCO REYNA GÓMEZ.

SINODALES:

M. EN ARQ. FRANCISCO REYNA GÓMEZ.

DR. JUAN GERARDO OLIVA SALINAS.

DR. JOSE DIEGO MORALES RAMÍREZ.

DR. JOSE LUIS BRAVO CABRERA.

DR. DAVID MORILLÓN GÁLVEZ.

M. EN ARQ. HERMILO SALAS ESPÍNDOLA.

DR. AARÓN SÁNCHEZ JUÁREZ.

A MIS PADRES: PEDRO + Y ELISA.

A MI FAMILIA.

A MI HIJO MIGUEL ANGEL.

A LA MEMORIA DEL DR. FRANCISCO AVILA SEGURA +

Y

AL AMBIENTE, QUE PROPICIO EL ORIGEN DE LA VIDA Y SU EVOLUCION; Y EL UNICO CON EL QUE CONTAMOS EN EL PLANETA, POR LO QUE ANTE SU DETERIORO Y LA NECESIDAD DE UN USO RACIONAL DE ENERGIA SE OFRECE ESTE TRABAJO COMO UNA PEQUEÑA APORTACION.

A LA ARQUITECTURA , POR UNA MAYOR VINCULACION AL DISEÑO BIOCLIMATICO Y AL USO RACIONAL DE LA ENERGIA.

AGRADEZCO:

A la E.N.P. de la UNAM por su apoyo, tanto económico como en tiempo, para la realización de este trabajo.

Al Comité Tutorial, formado por el M. en Arq. Francisco Reyna Gómez, el Dr. José Diego Ramírez y el Dr. Juan Gerardo Oliva Salinas, por su apoyo y guía en la realización de este trabajo.

Al Dr. José Diego Ramírez por su apoyo en la formación de recursos humanos en este ámbito académico, incluyéndome a mí; sus sugerencias, su amistad y su confianza en mí.

Al M. en Arq. Francisco Reyna Gómez por su ecuanimidad y apoyo para la terminación de este trabajo.

Al Dr. Juan Gerardo Oliva Salinas por su participación, sugerencias y apoyo para la terminación de este trabajo.

Al Dr. José Luis Bravo por su atención, disposición, sugerencias y apoyo.

Al Dr. David Morillón Gálvez por su participación, sugerencias, presión y apoyo.

Al M. en Arq. Hermilo Salas Espíndola por su apertura, sugerencias y apoyo.

Al Dr. Aaron Sánchez Juárez por su atención, disposición, sugerencias y apoyo.

A la Mtra. en Arq. Rebeca Trejo Xelhuantzi, por su amistad, empatía y apoyo ante las dificultades previstas e imprevistas.

Al Ing. Celestino Montiel Maldonado por mostrarme el campo de la “Simulación computacional”, sus sugerencias y apoyo al inicio de este trabajo.

A Gabriela Solorio por su apoyo y presión, constante y permanente, para finalizar este trabajo.

A mis amigos Flor y David; Claudia y Arturo, por su interés y apoyo, constante y permanente.

A la Srita. Maru Reyes, del CIEP, por su amabilidad, comprensión, apoyo y eficiencia ante los problemas en la complejidad administrativa.

A Eréndira Degante Fernández del CIE, por su interés y apoyo, ahora igual que antes.

A todos los que por olvido no mencioné, y que me apoyaron.

	Pág.
Contenido	i
Índice de Figuras	iv
Índice de Gráficas	vi
Índice de Tablas	x
Nomenclatura	xii
Introducción.	1
Contexto general: Arquitectónico y ambiental:	5
Capítulos:	
1: Evolución de las Edificaciones con el uso del vidrio en la envolvente y sus requerimientos energéticos.	6
1.1. Origen del hombre, origen de la envolvente arquitectónica	6
1.1.1. La especie humana como sistema abierto y/o cerrado	7
1.1.2. La evolución de la especie humana	8
1.1.3. <i>Homo sapiens</i> : el ser humano actual	9
1.1.4. Origen de la envolvente arquitectónica.	17
1.2 El vidrio en la evolución de la envolvente en las edificaciones	18
1.2.1. Origen del vidrio	18
1.2.2. Primeras láminas de vidrio romano, origen del vidrio plano	21
1.3 El vidrio plano en las edificaciones religiosas de la Edad Media	22
1.3.1. El vidrio en las Iglesias Bizantinas	24
1.3.2. El vidrio de color en las Iglesias Góticas	26
1.4. El vidrio plano en las edificaciones civiles	26
1.4.1. El Renacimiento y el incremento de la superficie acristalada en la envolvente	27
1.4.2. La Revolución Industrial y el inicio del uso extensivo de vidrio plano en la envolvente	32
1.4.3. Siglo XX, uso extensivo e intensivo de vidrio plano en lámina continua.	35
1.5. El vidrio plano: naturaleza, comportamiento y evolución	42
1.5.1 Naturaleza de la Radiación	42
1.5.1.1. Atenuación y variabilidad de la radiación solar	43
1.5.2. Naturaleza del material translúcido vidrio	46
1.5.3. Evolución de la tecnología del vidrio plano para envolvente	50
1.5.3.1. Vidrio de baja emisividad	51
1.5.3.2. Vidrios laminados	52
1.5.3.3. Vidrios superentintados	53
1.5.3.4. Prismas reflectantes de radiación directa	54
1.5.3.5. Microtúbulos desviadores o conductores de calor	55
1.5.3.6. Vidrio translúcido-transparente	55
1.5.3.7. Sistemas fotovoltaicos en fachadas	56
1.6. Comportamiento térmico de la envolvente arquitectónica translúcida	57
1.6.1. Requerimientos térmicos humanos: el porqué de la habitabilidad	58
1.6.2. El comportamiento térmico del espacio habitable, función de la envolvente	63
1.6.3.El comportamiento térmico de la envolvente, función de su composición.	65
2: Cambio Climático Global	67
2.1. Antecedentes y reconocimiento político del deterioro ambiental global y acciones.	67
2.2. Calentamiento global	72
2.2.1 Evidencias.	73
2.2.2 Causas: Efecto invernadero.	77

2.2.2.1. Gases efecto invernadero y forzamiento radiativo.	79
2.2.3. Escenarios.	84
2.2.3.1. Escenarios de emisión de gases de efecto invernadero, GEI.	85
2.2.3.2. Escenarios de emisión de aerosoles.	86
2.2.3.3. Escenarios en el clima del siglo XXI.	87
2.2.3.4. Escenarios en el clima de siglos futuros.	89
2.2.4. Consecuencias del Cambio Climático.	90
2.2.4.1. Sistemas naturales.	91
2.2.4.2. Ecosistemas terrestres.	92
2.2.4.3. Ecosistemas marinos y costeros.	94
2.2.4.4. Sistemas humanos.	94
2.2.4.4.1. Efectos y vulnerabilidad en la hidrología y recursos del agua.	94
2.2.4.4.2. Agricultura y seguridad en alimentos	96
2.2.4.4.3. Salud humana	98
2.2.4.4.4. Seguros y servicios financieros	99
2.2.4.4.5. Asentamientos humanos.	101
2.2.5. Gases efecto invernadero propuestos para su mitigación por la CMNUCC de las Naciones Unidas.	102
2.2.5.1. Mitigación de Gases Efecto Invernadero.	103
2.2.5.2. Reducción en la emisión de contaminantes	106
2.2.5.2.1. Opciones naturales: Sumideros de carbono	106
2.2.5.2.2. Opciones tecnológicas.	108
Delimitación del problema y Construcción del marco teórico:	
3: Situación de México ante el Cambio Climático Global.	109
3.1. Población	110
3.2. Emisión de Desechos	113
3.3. Economía	115
3.4. Recursos	115
3.4.1. Agua	115
3.4.2. Superficie Forestal	116
3.4.3. Energéticos	117
3.5. Vulnerabilidad	123
3.6. Adaptación	125
3.7. Mitigación	127
3.7.1. Emisiones de Gases Invernadero generados en México	129
3.7.2. Consumo de energía y emisión de gases efecto invernadero en México de fuentes fijas y de área.	135
4: Producción y consumo de la energía eléctrica en México	139
4.1. La generación y consumo de energía eléctrica a nivel mundial	139
4.2. La generación de energía eléctrica a nivel nacional	142
4.2.1. Estructura y combustibles, en la generación de energía eléctrica en México	143
4.2.2. Emisión de Contaminantes	148
4.2.3. Emisión de Gases Invernadero.	150
4.3. Factores que inciden en la demanda y generación de energía eléctrica.	152
4.3.1. El clima en México.	152
4.3.2. La población urbana en México.	154
4.4. Consumo de energía eléctrica	158
4.4.1. Influencia del crecimiento urbano y el clima en el consumo de energía eléctrica	159
4.4.2. Sectores consumidores de energía eléctrica	162
4.4.3. Tarifas eléctricas.	163

Contrastación de la hipótesis:	
5: Edificaciones con envolvente translúcida: Gasto de energía	165
5.1. Impacto del sector de la construcción en el cambio climático global	166
5.2. Normatividad, en México, al Uso Eficiente de Energía en Edificaciones	176
5.2.1. Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001	180
5.2.1.1. Aplicación de la Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001 Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales	187
5.2.1.1.1. Primer ejercicio	188
5.2.1.1.2. Segundo ejercicio	200
5.3. Simulación del comportamiento de la porción translúcida de la envolvente	209
5.3.1. Impacto térmico de la porción translúcida	209
5.3.2. Simuladores computacionales de Eficiencia Térmica en Edificaciones	211
5.3.3. Simulador seleccionado para evaluar el Gasto Energético: HEED	214
5.3.3.1. Zonas de estudio	218
5.3.3.2. Consumo de energía eléctrica	223
5.3.3.3. Diseño del espacio habitable	225
5.3.3.4. Organización de las simulaciones	229
Análisis de resultados:	
5.3.4. Comportamiento del gasto energético en la envolvente translúcida	231
5.3.4.1. Gasto energético en la envolvente por climatización	231
5.3.4.2. Variabilidad intragrupo	248
5.3.4.3. Gasto de energía por enfriamiento	251
5.3.4.4. Gasto de energía por calentamiento	255
5.3.4.5. Gasto de energía por iluminación.	259
6: Edificaciones con envolvente translúcida: Ahorro de Energía.	264
6.1. Ahorro de energía en la envolvente translúcida	265
6.1.1. Ahorro de energía por eficiencia energética	266
6.1.2. Ahorro de energía por proporción translúcida	269
6.1.3. Ahorro de energía por porción translúcida más eficiente	273
6.2. Influencia del aspecto climático en el consumo de energía	275
6.2.1. Zonas climáticas y crecimiento poblacional urbano	275
6.2.2. Comportamiento del consumo energético eléctrico por diferencia climática	281
6.2.3. Ahorro de Energía en las Edificaciones por regulación en su uso	286
6.3. Propuesta de Ahorro de Energía en la envolvente translúcida, por factor climático	289
6.4. Aplicación de la propuesta de Ahorro de Energía a la Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001.	292
Conclusiones.	296
Bibliografía.	306
Anexo A	309
Anexo B	344
Anexo C	414
Anexo D	505
Anexo E	515
Anexo F	519

Índice de Figuras	Pág.
Capítulo 1	
Fig. 1.1 Pintura de un toro de perfil, Lascaux, Francia.	8
Fig. 1.2 Venus de Willendorf, Austria.	8
Fig. 1.3 Ubicación y dispersión de Homo erectus.	9
Fig. 1.4 Ubicación y dispersión de Homo sapiens.	9
Fig. 1.5 Gráfica comparativa del incremento de la masa cerebral en cm ³ .	10
Fig. 1.6 Vivienda de un Campamento Paleolítico de hace 300,000 años, en Nice, Francia	11
Fig. 1.7 Vivienda de un Campamento de la cultura Gravettian	13
Fig. 1.8 Vivienda del asentamiento de Lepenski Vir, al suroeste de Yugoslavia.	13
Fig. 1.9 Vivienda del Neolítico Nea Nikomedia	14
Fig. 1.10 Sesklo, poblado agrícola del Neolítico griego	14
Fig. 1.11 Menhir de Carnac, Francia	15
Fig. 1.12 Dolmen	15
Fig. 1.13 Trilite.	15
Fig. 1.14 Palafito	15
Fig. 1.15 Aldea palafítica, con viviendas ojivales, galería y pasarela frontal. Islas de Almirantazgo (Melanesia).	15
Fig. 1.16 Casa de la Edad del Bronce	16
Fig. 1.17 Edificaciones nuragas en Burrumini, siglo VIII a.C	16
Fig. 1.18 Casa construida con troncos en Polonia hace 700 años	17
Fig. 1.19 y 1.20 Reconstrucción y planimetría de las termas de Caracalla, Roma según Viollet	20
Fig. 1.21 Ventana sajona de Earls Barton Gloag	21
Fig. 1.22 Fabricación de vidrio "crown glass", 1800Mc	22
Fig. 1.23 Mosaicos de vidrio en San Apolinar	23
Fig. 1.24 Basílica de Santa Sofía, Constantinopla. (corte)	23
Fig. 1.25 Ventana con trozos de vidrio ensamblados con plomo.	24
Fig. 1.26 Catedral de Salisbury, Inglaterra(1220-1266)	25
Fig. 1.27 La gran ventana oriental de la Catedral de Gloucester, Inglaterra.	26
Fig. 1.28 Ragusa, hoy Dubronik. siglo. XII	27
Fig. 1.29 Mirador abarcando dos pisos de la casa de Sir. William Grevel en Chipping C. Finales del siglo XIV.	29
Fig. 1.30 Ejemplo de vidrieras con motivos heráldicos de mediados del siglo XVI (1559) en un mirador del Moreton Hall de Congleton, Cheshire.	30
Fig. 1.31 Ventana de guillotina, fines del siglo XVII	31
Fig. 1.32 El primer método de fabricación de vidrio plano como fluido en movimiento 1688-1702	32
Fig. 1.33 Pulido de vidrio plano 1688-1702	32
Fig. 1.34 Almacenes Liverpool, 1866	34
Fig. 1.35 Jardines de Invierno –interior-- (1866)	34
Fig. 1.36 Jardines de Invierno –exterior- (1880)	35
Fig. 1.37 Proyecto de un rascacielos de cristal en 1919, de Mies van der Rohe	36
Fig. 1.38 Edificación para la Johnson Wax en Racine, 1938, obra de Wright	36
Fig. 1.39 Le Corbusier. Ciudad contemporánea para tres millones de habitantes.	37
Fig. 1.40 Proceso de fabricación del vidrio flotado.	39
Fig. 1.41 Oficina del Lloyd, en Londres, de Richard Rogers	40
Fig. 1.42 Centro de Investigación Schlumberger, en Cambridge, Inglaterra	40
Fig. 1.43 Espectro electromagnético	43
Fig. 1.44 Absorción, reflexión y dispersión de la radiación solar directa que incide en la superficie de la tierra en una atmósfera de cielo claro	44
Fig. 1.45 Espectro solar para radiación solar en masa óptica cero y dos.	45
Fig. 1.46 Inclinación del eje terrestre con respecto al plano de la elíptica.	45

Fig. 1.47 Energía radiativa solar extraterrestre, como función del día del año, para latitudes de 0 a 80 °N.	46
Fig. 1.48 a) Estructura de un Cristal	47
Fig. 1.48 b) Estructura de un Líquido	47
Fig. 1.48 c) Estructura del Vidrio	47
Fig. 1.49 Propiedades ópticas en el vidrio.	47
Fig. 1.50 Espectro electromagnético.	48
Fig. 1.51 Transmitancia de radiación electromagnética en vidrio claro.	48
Fig. 1.52 Transmitancia de radiación electromagnética en vidrio claro y vidrios entintados.	49
Fig. 1.53 Unidad doble o duvent	51
Fig. 1.54 Unidad doble y con recubrimiento Low E.	52
Fig. 1.55 Laminado transparente de control solar.	53
Fig. 1.56 Uso de prismas Siemens en sistema movable.	54
Fig. 1.57 Uso de prismas Siemens en sistema fijo.	54
Fig. 1.58 Rejilla reflectante de radiación directa.	54
Fig. 1.59 Microtúbulos vítreos conductores y almacenadores de calor para la envolvente	55
Fig. 1.60 Organización del sistema: vidrio translúcido-transparente.	55
Fig. 1.61 Módulos fotovoltaicos en muro tipo diente de sierra	56
Fig. 1.62 Ajuste hipotalámico de la temperatura en el humano	61
Fig. 1.63 Factores que intervienen en la ganancia y pérdida de calor en el humano	62
Fig. 1.64 Composición del sudor en el humano.	62
Fig. 1.65 Intercambio calorífico al mediodía en un día de verano.	64
Fig. 1.66 Cargas térmicas en una edificación.	65
Fig. 1.67 Análisis del ejemplo: flujo calorífico al atravesar diferentes materiales.	66
Fig. 1.68 Ganancia de calor a través del vidrio como función de la orientación.	66
Capítulo 2	67
Fig. 2.1: Crecimiento exponencial de la población humana mundial.	67
Figura 2.2. El porvenir de la humanidad, de las simulaciones de Meadow, en los años 60's del Siglo XX.	68
Figura 2.3. Incremento de Temperatura a) En 1000 años b) En 140 años	74
Figura. 2.4. Espectro electromagnético	78
Figura 2.5. Barreno del glaciar de Vostok	79
Figura 2.6. Escenario: Emisiones de CO ₂	84
Figura 2.7. Escenario: Concentración de CO ₂	84
Fig. 2.8. Escenario: Incremento de Temperatura (°C)	87
Figura 2.9. Rango de Incremento en el mar, función de los escenarios	89
Figura 2.10: Impactos Documentados del Cambio Climático	91
Figura 2.11: Pérdidas económicas vinculadas a eventos climatológicos de 1950 al 2000	99
Figura 2.12: Emisión Vs Secuestro de CO ₂	107
Capítulo 3	
Figura 3.1. Intensidad energética en México 1990-2000 (KJ por unidad de PIB)	118
Figura 3.2. Energías Naturales Renovables: Situación actual y futura.	121
Capítulo 5.	
Figura 5.1 Comportamiento térmico (miles de Watts) a través de diferentes elementos de la envolvente de una vivienda.	178
Figura 5.2 Flujo calorífico al atravesar diferentes materiales	179
Figura 5.3 La Torre de la Rectoría de la U.N.A.M. en la que se muestran los muros al este y al sur.	189
Figura 5.4 Ubicación y orientación de La Torre de Rectoría de la U.N.A.M	190
Figura 5.5. Orientación del espacio diseñado en el programa HEED.	225
Figura 5.6 a) a e) Ejemplo del incremento de la porción translúcida de 0 al 100%.	228

Índice de Gráficas.	Pág.
Capítulo 3.	
Gráfica 3.1. Densidad de Población por Entidad Federativa en el año 2000	113
Gráfica 3.2. Estructura (%) de la Producción de Energía Primaria en México: 1965 – 2003	118
Gráfica 3.3. Producción de Energía Primaria (Combustible Fósil en PJ) en México, en el ciclo 1965 al 2003	119
Gráfica 3.4. Producción de Energía Primaria como Biomasa, en México, en el ciclo de 1965 – 2003	120
Gráfica 3.5. Generación de Energía Eléctrica, via Producción Primaria, en México, en el ciclo 1965 al 2003	120
Gráfica 3.6. Consumo de combustible en los 4 Sectores Prioritarios en México, en el ciclo 1965 – 2003.	122
Gráfica 3.7. Crecimiento del abastecimiento de energía primaria, PIB y emisiones de CO ₂	123
Gráfica 3.8. Ahorro de Energía por los programas CONAE, FIDE, CFE y HV de 1995 al 2004 y Prospectiva.	128
Gráfica 3.9. Ahorro (%) de Emisiones de GEI como CO ₂ equivalente, en México, de 1995 al 2002	129
Gráfica 3.10. Consumo de combustible (PJ) como Biomasa y Fósil de 1990 a 1998.	136
Gráfica 3.11. Consumo de combustibles de origen fósil de 1990 a 1998.	136
Gráfica 3.12. Emisiones de CO ₂ del consumo de combustible en México de 1990 a 1998.	137
Gráfica 3.13. Emisión de CH ₄ asociado al consumo de energía fósil, en fuentes fijas y de área (Tons)	137
Gráfica 3.14. Emisión de N ₂ O asociada al consumo de energía en fuentes fijas y de área (Tons)	138
Capítulo 4.	
Gráfica 4.1. Relación comparativa en la participación (%) en la generación de energía eléctrica Vs población por continente.	141
Gráfica 4.2. Estructura porcentual en la generación de energía eléctrica en México, de 1965 al 2002.	143
Gráfica 4.3. Tasas de crecimiento: Venta de Energía Eléctrica : PIB : Crecimiento poblacional.	144
Gráfica 4.4. Composición de la mezcla de combustibles utilizados en la Generación de Energía Eléctrica en el período de 1965 al 2002	144
Gráfica 4.5. Generación de Energía eléctrica por capacidad instalada en México: 1995:2002	147
Gráfica 4.6. Distribución de Termoeléctrica, por tipo de generación (MW)	147
Gráfica 4.7. Comparación de la Emisión total de contaminantes en la generación de Energía eléctrica con diferentes fuentes de energía.	149
Gráfica 4.8. Crecimiento poblacional urbano en México: 1995 al 2000.	155
Gráfica 4.9. Población urbana por clima en México en los años de 1970 y 2000.	157
Gráfica 4.10. Distribución porcentual de la población en México en el siglo XX: en los ámbitos rural y urbano.	158
Gráfica 4.11. Crecimiento promedio anual de la población urbana por zonas climáticas Vs. la total urbana: 1970–2000.	159
Gráfica 4.12. Consumo de energía eléctrica (MWhr/usuario) en función de la variabilidad climatológica.	161
Gráfica 4.13. Consumo de Energía Eléctrica en los 4 sectores prioritarios: 2003	162
Gráfica 4.14. Consumo de Energía Eléctrica en los 4 sectores: Industrial, Res. Com. y Público; Agropecuario y Transporte.	163

Capítulo 5.

Gráfica 5.1 Emisiones mundiales del gas invernadero CO ₂ de los sectores Construcción, Transporte, Industria y Agricultura.	167
Gráfica 5.2 Comportamiento histórico del consumo de energía en México, por los 4 sectores que la requieren: 1965 – 2003	168
Gráfica 5.3 Participación porcentual en el consumo energético en México: 1965 al 2003.	169
Gráfica 5.4. Participación (%) por sector, en México, en el consumo total de energía, de 2000 al 2003	170
Gráfica 5.5 Energía eléctrica utilizada en la industria, en México en 2003, vinculada con la fabricación de materiales de construcción.	171
Gráfica 5.6 Consumo de energía, 1965 al 2003, en el sector residencial, comercial y público.	172
Gráfica 5.7 Consumo de energía (%) de Biomasa y otros energéticos en el sector residencial, comercial y público: 1965-2003	173
Gráfica 5.8 Energéticos (PJ) por tipo, sin considerar biomasa, consumidos por el sector residencial, comercial y público en México, en el período de 1965 al 2003.	174
Gráfica 5.9 Energéticos (PJ) de tipo fósil y no fósil, consumidos en México, por el sector residencial, comercial y público de 1965 al 2003.	175
Gráfica 5.10 Gráfica 10. Transferencia de Calor en el Techo de la Torre de Rectoría, UNAM.	203
Gráfica 5.11 Transferencia de Calor en el Muro Norte en la Torre de la Rectoría de la UNAM.	204
Gráfica 5.12 Transferencia de Calor en el Muro al Este en la Torre de Rectoría de la UNAM.	205
Gráfica 5.13 Transferencia de calor a través del Muro al Sur en la Torre de la Rectoría de la UNAM.	206
Gráfica 5.14 Transferencia de calor a través del Muro al Oeste en la Torre de la Rectoría de la UNAM.	207
Gráfica 5.15. Relación en la ganancia de calor en los diferentes planos de la envolvente de la Torre de la Rectoría de la UNAM.	208
Gráfica 5.16. Relación en la ganancia de calor en los diferentes planos de la envolvente de la Torre de la Rectoría de la UNAM.	209
Gráfica 5.17 Comportamiento de la validación del simulador HEED con el programa BESTEST	217
Gráfica 5.18 Temperatura media mensual en las 3 zonas de estudio: ZMCM, Acapulco y Mexicali.	222
Gráfica 5.19 Participación (%) en la venta de energía eléctrica, por sector, en la ZMCM en 2003.	223
Gráfica 5.20 Participación (%) por sector, en la venta de energía eléctrica en el Estado de Guerrero, en 2003.	223
Gráfica 5.21 Participación (%), por sector, en la venta de energía eléctrica en la Cd. de Mexicali, en 2003-	224
Gráfica 5.22 Participación (%) del Sector Residencial en la venta de energía eléctrica en las zonas de estudio, en 2003.	224
Gráfica 5.23 Comportamiento térmico de la Envolvente con Vidrio Claro 6mm Vitro en la Cd. de México.	232
Gráfica 5.24 Comportamiento térmico de la Envolvente con Vidrio Claro 6mm Vitro en la Cd. de Acapulco.	232
Gráfica 5.25 Comportamiento térmico de la Envolvente con Vidrio Claro 6mm Vitro en la Cd. de Mexicali.	233
Gráfica 5.26 Comportamiento térmico de la Envolvente con Vidrio con tinte verde claro 6mm Vitro en la Cd. de México	233
Gráfica 5.27 Comportamiento térmico de la Envolvente con Vidrio con tinte verde claro 6mm Vitro en la Cd. de Acapulco.	233

Gráfica 5.28 Comportamiento térmico de la Envolvente con Vidrio con tinte verde claro 6mm Vitro en la Cd. de Mexicali	234
Gráfica 5.29 Comportamiento térmico de la Envolvente con Vidrio Reflejante Plata 6mm Vitro en la Cd. de México.	234
Gráfica 5.30 Comportamiento térmico de la Envolvente con Vidrio Reflejante Plata 6mm Vitro en la Cd. de Acapulco.	234
Gráfica 5.31 Comportamiento térmico de la Envolvente con Vidrio Reflejante Plata 6mm Vitro en la Cd. de Mexicali	235
Gráfica 5.32 Comportamiento térmico de la Envolvente con Vidrio Doble: VCI6 + Aire + VCI6 24mm Vitro en la Cd. de México	235
Gráfica 5.33 Comportamiento térmico de la Envolvente con Vidrio Doble: VCI6 + Aire + VCI6 24mm Vitro en la Cd. de Acapulco.	235
Gráfica 5.34 Comportamiento térmico de la Envolvente con Vidrio Doble: VCI6 + Aire + VCI6 24mm Vitro en la Cd. de Mexicali.	236
Gráfica 5.35 Gráfica 32.- Comportamiento térmico de la Envolvente con Vidrio Doble: VcT Verde Claro 6mm + Aire + VCI6 6mm: 24mm Vitro en la Cd. de México.	236
Gráfica 5.36 Gráfica 33.- Comportamiento térmico de la Envolvente con Vidrio Doble: VcT Verde Claro 6mm + Aire + VCI6mm: 24mm Vitro en la Cd. de Acapulco.	236
Gráfica 5.37 Comportamiento térmico de la Envolvente con Vidrio Doble: VcT Verde Claro 6mm + Aire + VCI6mm: 24mm Vitro en la Cd. de Mexicali.	237
Gráfica 5.38 Comportamiento térmico de la Envolvente con Vidrio Doble: ReflejantePlata 6mm + Aire + VCI6 6mm: 24mm Vitro en la Cd. de México.	237
Gráfica 5.39 Comportamiento térmico de la Envolvente con Vidrio Doble: ReflejantePlata 6mm + Aire + VCI6 6mm: 24mm Vitro en la Cd. de Acapulco.	237
Gráfica 5.40 Comportamiento térmico de la Envolvente con Vidrio Doble: ReflejantePlata 6mm + Aire + VCI6 6mm: 24mm Vitro en la Cd. de Mexicali.	238
Gráfica 5.41 Comportamiento térmico de la Envolvente con Vidrio Doble: ClaroLET40 6mm + Aire + VCI6 6mm: 24mm Vitro en la Cd. de México	238
Gráfica 5.42 Comportamiento térmico de la Envolvente con Vidrio Doble: ClaroLET40 6mm + Aire + VCI6 6mm: 24mm Vitro en la Cd. de Acapulco	238
Gráfica 5.43 Comportamiento térmico de la Envolvente con Vidrio Doble: ClaroLET40 6mm + Aire + VCI6 6mm: 24mm Vitro en la Cd. de Mexicali.	239
Gráfica 5.44 Comportamiento térmico de la Envolvente con Vidrio Doble: CTVeLET40 6mm + Aire + VCI6 6mm: 24mm Vitro en la Cd. de México	239
Gráfica 5.45 Comportamiento térmico de la Envolvente con Vidrio Doble: CTVeLET40 6mm + Aire + VCI6 6mm: 24mm Vitro en la Acapulco	239
Gráfica 5.46 Comportamiento térmico de la Envolvente con Vidrio Doble: CTVeLET40 6mm + Aire + VCI6 6mm: 24mm Vitro en la Mexicali.	240
Gráfica 5.47 Comportamiento térmico de la Envolvente con Vidrio Doble: ReflejanteLET138 6mm + Aire + VCI6 6mm: 24mm Vitro en la Cd. de México.	240
Gráfica 5.48 Comportamiento térmico de la Envolvente con Vidrio Doble: ReflejanteLET138 6mm + Aire + VCI6 6mm: 24mm Vitro en la Cd. de Acapulco.	240
Gráfica 5.49 Comportamiento térmico de la Envolvente con Vidrio Doble: ReflejanteLET138 6mm + Aire + VCI6 6mm: 24mm Vitro en la Cd. de Mexicali.	241
Gráfica 5.50 Participación (%) por enfriamiento, en la energía total, en la porción translúcida de 50% por grupo de vidrio y en las 3 ciudades seleccionadas.	245
Gráfica 5.51 Comparación en la distribución (%) del gasto energético por enfriamiento, calentamiento e iluminación en la ZMCM.	246
Gráfica 5.52 Comparación en la distribución (%) del gasto energético por enfriamiento, calentamiento e iluminación en la Cd. de Acapulco.	246
Gráfica 5.53 Comparación en la distribución (%) del gasto energético por enfriamiento, calentamiento e iluminación en la Cd. de Mexicali.	247

Gráfica 5.54 Gasto de Energía por Enfriamiento, en función del tipo de vidrio y porción translúcida (%) en la envolvente del espacio diseñado y simulado en la Cd. de México.	252
Gráfica 5.55 Gasto de Energía por Enfriamiento, en función del tipo de vidrio y porción translúcida (%) en la envolvente del espacio diseñado y simulado en la Cd. de Acapulco.	253
Gráfica 5.56 Gasto de Energía por Enfriamiento, en función del tipo de vidrio y porción translúcida (%) en la envolvente del espacio diseñado y simulado en la Cd. de Mexicali.	254
Gráfica 5.57 Gasto de Energía por Calentamiento, en función del tipo de vidrio y porción translúcida (%) en la envolvente del espacio diseñado y simulado en la Cd. de México.	256
Gráfica 5.58 Gasto de Energía por Calentamiento, en función del tipo de vidrio y porción translúcida (%) en la envolvente del espacio diseñado en la Cd. de Acapulco.	257
Gráfica 5.59 Gasto de Energía por Calentamiento, en función del tipo de vidrio y porción translúcida (%) en la envolvente del espacio diseñado en la Cd. de Mexicali.	258
Gráfica 5.60 Gasto de Energía por Iluminación, en función del tipo de vidrio y porción translúcida (%) en la envolvente del espacio diseñado en la Cd. de México	260
Gráfica 5.61 Gasto de Energía por Iluminación, en función del tipo de vidrio y porción translúcida (%) en una envolvente en la Cd. de Acapulco.	261
Gráfica 5.62 Gasto de Energía por Iluminación, en función del tipo de vidrio y porción translúcida (%) en una envolvente en la Cd. de Mexicali.	262
Capítulo 6.	
Gráfica 6.1 Ahorro de energía en envolvente translúcida de 30 % en la ZMCM	270
Gráfica 6.2 Ahorro de energía en envolvente translúcida de 30 % en la Cd. de Acapulco	271
Gráfica 6.3 Ahorro de energía en envolvente translúcida de 30 % en la Cd. de Acapulco	272
Gráfica 6.4 Temperatura media mensual en las 3 ciudades seleccionadas y representativas de las 3 zonas climáticas.	277
Gráfica 6.5 Comparación de la temperatura promedio anual en las 3 ciudades seleccionadas.	278
Gráfica 6.6 Comparación en la Temperatura (°C) en la Cd. de México: registros históricos, de 1998 y del 2000.	279
Gráfica 6.7 Comparación en la Temperatura (°C) en la Cd. de Acapulco: registros históricos, de 1998 y del 2000.	279
Gráfica 6.8 Comparación en la Temperatura (°C) en la Cd. de Mexicali: registros históricos, de 1998 y del 2003.	280
Gráfica 6.9 Distribución (%) de usuarios en las 3 zonas de estudio, por sectores.	281
Gráfica 6.10 Distribución (%) del volumen de ventas (MW/hr) en el año de 2003 en las 3 zonas de estudio.	282
Gráfica 6.11 Consumo de energía eléctrica, per cápita por estados en México.	283
Gráfica 6.12 Consumo de energía eléctrica per cápita por estados con clasificación climática.	284

Índice de Tablas	Pág.
Capítulo 3.	
Tabla 3.1. Población total en México	110
Tabla 3.2. Incremento de la población en México, por década en el siglo XX.	111
Tabla 3.3. Población Total y su Distribución en el Ámbito Rural y Urbano: 1900-2000	111
Tabla 3.4. Emisión de Gases Invernadero por Residuos Sólidos (Gg/año)	114
Tabla 3.5. Emisiones de Metano generadas en el tratamiento de aguas residuales (GgCH ₄ /año)	115
Tabla 3.6. Superficie Forestal en 2002 (Millones de Has)	117
Tabla 3.7. Estimación de CO ₂ evitado por los programas CONAE, FIDE, CFE y Horario de Verano.	128
Tabla 3.8. Inventario de Emisiones Gases Invernadero en México para el año de 1994	131
Tabla 3.9. Inventario de Emisiones Gases Invernadero en México para el año de 1996	132
Tabla 3.10. Inventario de Emisiones Gases Invernadero en México para el año de 1998	133
Tabla 3.11. Ordenamiento jerárquico de emisiones de CO ₂ equivalente por sector.	134
Tabla 3.12. Consumo de Energía (Biomasa y Fósil) en fuentes fijas y de área en México de 1990 a 1998.	135
Tabla 3.13. Emisiones de bióxido de carbono asociadas al consumo de fuentes fijas y de área.	138
Capítulo 4.	
Tabla 4.1.- Generación mundial de energía eléctrica (Miles de kilowatts) y por continente en 1999.	140
Tabla 4.2.- Generación de energía eléctrica (miles de kilowatts) en América en el año de 1999.	142
Tabla 4.3.- Emisión de contaminantes, de fuentes de energía diferentes, en la generación de energía eléctrica.	149
Tabla 4.4.- Emisiones y Residuos sólidos, con diversas tecnologías, en la quema de carbón.	150
Tabla 4.5.- Emisiones de CO ₂ por uso de combustible en la generación de energía eléctrica, en México, de 1990 a 1998.	151
Tabla 4.6.- Emisiones de CH ₄ por uso de combustible en la generación de energía eléctrica, en México, de 1990 a 1998.	151
Tabla 4.7.- Variabilidad climática en cada uno de los 31 Estados de la República Mexicana.	153
Tabla 4.8.- Predominancia climática en cada Estado de la República Mexicana.	154
Tabla 4.9.- Tasa de crecimiento de la población en México: nacional, rural y urbano de 1921 al 2000.	155
Tabla 4.10. Crecimiento poblacional en Ciudades de México con más de un millón de habitantes.	156
Tabla 4.11. Crecimiento poblacional en Ciudades de México con 750,000 a 999,999 habitantes.	156
Tabla 4.12. Crecimiento poblacional en Ciudades de México con 500,000 a 749,999 habitantes.	157
Tabla 4.13. Tasa de crecimiento de la población en México: nacional, rural y urbano de 1921 al 2000.	158
Tabla 4.14. Consumo de energía eléctrica en México, por estado, y consumo por usuario.	160
Capítulo 5.	
Tabla 5.1: Materiales de construcción y la energía requerida en su extracción y/o manufactura	167
Tabla 5.2 Propiedades ópticas del material vítreo seleccionado, reportadas por Fabricantes y obtenidas en forma	191

Tabla 5.3 Coeficiente de Sombreado, CS, reportado por sus fabricantes y calculado de evaluación óptica experimental.	192
Tabla 5.4 Ejemplo de cálculo de NOM-008-ENER-2001	193
Tabla 5.5.- Ganancia de calor total (W) a través de la envolvente de las edificaciones de referencia y proyectada, en la ubicación del Distrito Federal.	196
Tabla 5.6 Ganancia de calor total (W) a través de la envolvente de las edificaciones de referencia y proyectada, en la ubicación de Mexicali, B.C.N.	198
Tabla 5.7 Ganancia de calor en Watts/m ² °C a través de las porciones opaca y translúcida de la envolvente de la Torre de la Rectoría en la UNAM.	202
Tabla 5.8 Temperatura media mensual en las zonas de estudio: ZMCM, Acapulco y Mexicali.	222
Tabla 5.9 Vidrios seleccionados, fuente y sus propiedades térmicas y ópticas para la simulación de HEED.	227
Tabla 5.10 Organización de las 571 Simulaciones efectuadas en el Programa HEED en cada una de las ciudades.	230
Tabla 5.11. Participación (%) por enfriamiento en la ZMCM, por tipo de vidrio y por proporción translúcida.	242
Tabla 5.12. Participación (%) por enfriamiento en la Cd. de Acapulco, por tipo de vidrio y por proporción translúcida.	243
Tabla 5.13. Participación (%) por enfriamiento en la Cd. de Mexicali, por tipo de vidrio y por proporción translúcida.	244
Tabla 5.14. Variabilidad observada en vidrios claros con diferente arreglo.	248
Tabla 5.15. Variabilidad observada en vidrios entintados con diferente arreglo.	249
Tabla 5.16. Variabilidad observada en vidrios reflejantes con diferente arreglo.	250
Tabla 5.17. Organización de vidrios representativos para su comparación en el Gasto de Energía en las Simulaciones en las Ciudades de México, Acapulco y Mexicali.	251
 Capítulo 6.	
Tabla 6.1 Relaciones energéticas en la Z.M.C.M. entre los 28 vidrios seleccionados y entre las diferentes porciones translúcidas.	267
Tabla 6.2. Relaciones energéticas en la Cd. de Acapulco entre los 28 vidrios seleccionados y entre las diferentes porciones translúcidas	267
Tabla 6.3 Relaciones energéticas en la Cd. de Mexicali entre los 28 vidrios seleccionados y entre las diferentes porciones translúcidas.	268
Tabla 6.4 Ahorro de energía (KW/hr) y (%) por reducción en porción translúcida de 40 a 30%	274
Tabla 6.5. Crecimiento medio anual (%) en la población urbana, por zona climática.	277
Tabla 6.6 Consumo per cápita de energía eléctrica, por estado en México.	284
Tabla 6.7 Sector de la Construcción: Emisiones históricas de CO ₂ y Potencial de Reducción.	287
Tabla 6.8 Valores en las propiedades térmica y óptica propuestos para la porción translúcida en el Edificio de Referencia en Zonas Climáticas Cálidas Húmedas y Secas.	291
Tabla 6.9 Aplicación de los valores propuestos a la Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001 en el Edificio de Referencia en la ZMCM	292
Tabla 6.10 Aplicación de los valores propuestos a la Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001 al Edificio de Referencia en la Cd. de Acapulco.	293
Tabla 6.11 Aplicación de los valores propuestos a la Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001 al Edificio de Referencia en la Cd. de Mexicali.	294

Nomenclatura

- a = Absortancia espectral (adimensional)
- A = Absortancia solar directa (adimensional)
- A' = Area, en m^2
- A_i = Transferencia de calor secundaria, que en el vidrio pasa al interior (adimensional)
- A_e = Transferencia de calor secundaria, que en el vidrio pasa al exterior (adimensional)
- A_{ij} = Area de la porción j , con orientación i , en m^2
- CS = Coeficiente de sombreado (adimensional)
- CS_j = Coeficiente de sombreado del vidrio de cada porción transparente, (adimensional).
- CS_{ri} = Coeficiente de sombreado de la porción transparente, en la edificación de referencia, con orientación i , (adimensional de 0.85 para el techo y 1 para las paredes).
- dt = Gradiente de temperatura en $^{\circ}C$ o $^{\circ}K$.
- dx = Espesor de un material, en metros.
- FG_i = Ganancia de calor solar por orientación, en W/m^2 .
- GCS = Ganancia de calor solar (adimensional)
- GCR = Ganancia de calor relativa (W/m^2)
- GCS_{ve} = Ganancia de calor solar en un vidrio específico (adimensional)
- GCS_{vr} = Ganancia de calor solar en un vidrio de referencia (adimensional)
- h = Energía equivalente a 6.62×10^{34} J.s
- h_i = Factor de transferencia de calor hacia el interior = $8.9 W/m^2^{\circ}K$
- h_i' = Coeficiente de convección interior = $8.3 W/m^2^{\circ}C$
- h_o = Factor de transferencia de calor hacia el exterior = $23 W/m^2^{\circ}K$
- h_o' = Coeficiente de convección exterior = $22.7 W/m^2^{\circ}C$
- i Orientaciones: 1 es techo, 2 es norte, 3 es este, 4 es sur, 5 es oeste y 6 es superficie inferior.
- I = Intensidad de la corriente, en amperes
- I_o = Intensidad del haz de luz incidente en el material (adimensional)
- I_o^* = Energía de radiación incidente = $630 W/m^2$
- I_r = Intensidad del haz reflejado (adimensional)
- I_t = Intensidad del haz de luz que atraviesa el material (adimensional)
- j = Porciones que forman parte de la componente de la envolvente.
- k = Conductividad térmica ($W/m^{\circ}C$), ($W/m^{\circ}K$)

K_j = Coeficiente Global de Transferencia de Calor de cada porción j , en $W/m^2\text{°K}$.
 Q = Flujo de calor, en Watts
 Q_c = Ganancia total de calor por conducción, en Watts.
 Q_p = Ganancia de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en Watts.
 Q_{pc} = Ganancia de calor por conducción a través de la envolvente del edificio proyectado, en Watts.
 Q_{pci} = Ganancia de calor por conducción a través de la componente de la envolvente, con orientación i , en Watts.
 Q_{ps} = Ganancia de calor por radiación solar a través de la envolvente del edificio proyectado, en Watts.
 Q_{psi} = Ganancia de calor por radiación solar a través de las porciones transparentes de la envolvente del edificio proyectado, en Watts.
 Q_r = Ganancia de calor a través de la envolvente en la edificación de referencia, en Watts.
 Q_{rc} = Ganancia de calor por conducción, a través de la envolvente del edificio de referencia, en Watts.
 Q_{rci} = Ganancia de calor por conducción, a través de la envolvente del edificio de referencia, con orientación i , en Watts.
 Q_{rs} = Ganancia de calor por radiación solar, a través de la envolvente del edificio de referencia, en Watts.
 Q_s = Ganancia total de calor por radiación, en Watts.
 r = Reflectancia espectral (adimensional)
 R = Reflectancia solar directa (adimensional)
 SE_{ij} Factor de corrección por sombreado exterior para cada porción transparente, (adimensional).
 t = Temperatura interior del edificio, que se considera igual a 25 °C .
 t' = Transmitancia espectral (adimensional)
 T = Transmitancia solar directa (adimensional)
 t_e = Temperatura equivalente promedio en °C , para la orientación i .
 U = Coeficiente Global de Transferencia de Calor ($W/m^2\text{°C}$)
 U_v = Coeficiente Global de Transferencia de Calor en condiciones de verano ($W/m^2\text{°C}$)
 ν = frecuencia de la radiación electromagnética.
 V = Voltaje de la corriente, en volts.

Introducción.

El cambio climático actual tiene causas antropogénicas, se considera que las causas principales son dos: la emisión de gases efecto invernadero, por la quema de combustibles fósiles en la generación de la energía, y el cambio en el uso del suelo, estimándose su participación en 75 % y 25 % respectivamente. Los gases efecto invernadero, GEI, han incrementado su concentración en la atmósfera desde el siglo XIX con la Revolución Industrial y en forma más acelerado en la segunda mitad del siglo XX. Los GEI, retienen en la atmósfera terrestre la radiación infrarroja que se emite del planeta hacia el espacio, por lo que ha elevado la temperatura ambiental en un promedio global de $0,6 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$, con diferencias significativas en el planeta: el incremento de temperatura es mayor en la masa continental que en el agua oceánica; el incremento de temperatura es mayor en el hemisferio norte, por existir en él más masa continental; la temperatura mínima se ha incrementado en mayor medida que la temperatura máxima; por un incremento mayor en la temperatura en el Hemisferio Norte se provoca mayor vaporización de agua, mayor precipitación, y mayor alteración climatológica; se ha observado incremento en el volumen del agua oceánica de 0.1 a 0.2 m en el siglo XX, tanto por aumento de la temperatura en el océano como por retracción de los glaciares en el ártico; incremento a la diferencia térmica entre las zonas urbanas y las rurales que la rodean, zona térmica conocida como “isla de calor”

México es altamente vulnerable al cambio climático global: se encuentra ubicado en el hemisferio norte, en el que se registran temperaturas más altas y en consecuencia hay mayor evaporación de agua; más eventos meteorológicos extremos, como sequías, huracanes e inundaciones; una mayor evaporación de agua limita el recurso a la población humana y a otros sistemas biológicos incluyendo los cultivos, por lo que el suministro del vital líquido y de alimentos podría ser más crítico; la mayor parte del territorio nacional es de clima cálido seco y muy seco y ante la falta de agua por una mayor evaporación es probable un incremento en la desertificación y los habitantes en climas cálido seco y muy seco requerirán más agua y alimento, así como más energía para enfriamiento de espacios y conservación de alimentos; el país cuenta con asentamientos humanos a lo largo de las costas y existe el riesgo de una pérdida de territorio por un aumento en el nivel del agua oceánica. Lo aquí planteado, para nuestro país, por el calentamiento climático, tiene una alta probabilidad estadística, y algunos de estos eventos ya están sucediendo, y una de las características del calentamiento global es que el mayor impacto es a largo plazo.

Las emisiones de gases efecto invernadero, causantes del calentamiento global son el bióxido de carbono, CO_2 , el metano, CH_4 , el óxido nitroso, N_2O , el halocarbono, HFC, el perfluorocarbono, PFC y el hexafluoruro de azufre, SF_6 , con una influencia diferenciada, y la más importante es el CO_2 , con una influencia del 60 %.

El Panel Intergubernamental del Cambio Climático de las Naciones Unidas. PICC, con investigadores de 132 países incluyendo a México, ha evaluado que las edificaciones, por sus emisiones participan con el 22% del total de gases efecto invernadero y con el 32% del CO₂, por la quema de combustible de origen fósil por la energía que requieren.

La envolvente de las edificaciones limitan a los medios externo e interno, y establece contacto entre los dos medios a través de la transferencia de calor, por conducción y radiación. De La envolvente la porción más sensible a la transferencia de calor es la translúcida, por sus propiedades físicas —ópticas y térmicas— y su mínimo espesor, además del efecto invernadero, al ser el vidrio impermeable al paso de la radiación infrarroja del interior al exterior, representando ganancias térmicas muy importantes que requieren del uso de energía para ser retiradas, por medio de enfriamiento en la climatización.

Ante el deterioro ambiental por el calentamiento global es una necesidad global el reducir las emisiones de gases efecto invernadero, y considerando que la energía que actualmente se utiliza en todo el mundo tiene un alto componente de origen fósil que en su combustión emite los gases con ese efecto; que la sustitución de combustibles tiene un proceso lento y que las fuentes de energía alterna aún no ofrecen la oferta acorde a la demanda, es necesario reducir el gasto de energía o incrementar su ahorro.

En este proyecto se plantea la propuesta de Ahorro de Energía de las Edificaciones, considerando el comportamiento térmico-energético que la envolvente translúcida tiene en relación a factores climáticos en México. El trabajo se plantea en el siguiente documento, del cual a continuación se presenta su organización:

El presente documento consta de tres partes, con dos capítulos cada una:

En la primera se presenta el contexto general en los capítulos 1 y 2: de tipo arquitectónico en el 1 y de tipo ambiental global en el 2: el de tipo arquitectónico consta de una revisión de tipo histórica en relación a la evolución de la envolvente —paralela a la evolución del hombre—, desde su origen hasta la actualidad con el uso intensivo y extensivo del vidrio, así como una síntesis sobre la naturaleza del vidrio, su respuesta ante la radiación incidente y la evolución que ha tenido como material, con modificación en su composición que determina al comportamiento de la envolvente. En el contexto de ambiente global, se presenta una revisión al trabajo del Panel Intergubernamental de Cambio Climático en relación a las evidencias que de él existen, sus causas, las consecuencias, los escenarios para el futuro; los gases efecto invernadero propuestos por su mitigación por la Convención Marco de Naciones Unidas del Cambio Climático. La inclusión de estos dos capítulos no se relaciona en forma directa al trabajo, pero son el contexto para

comprender tanto el cómo el vidrio llegó a dominar, como material a la envolvente y el impacto que por el uso de energía tiene; como el comprender la gravedad del deterioro ambiental por la actividad humana en el uso de la energía, lo que permite plantear el problema global en relación al uso del vidrio en la envolvente, aunque delimitado a nuestro país.

La segunda parte de este documento está representada por los capítulos 3 y 4: en el 3 se presenta una síntesis de la situación de nuestro país ante el cambio climático global, analizando la dinámica en el crecimiento poblacional nacional, su emisión de desechos y aspectos económicos; los recursos con los que se cuenta —agua, forestales y energéticos— y la situación de los mismos; la producción de energía, y los combustibles empleados, así como su consumo; la generación de energía eléctrica, los combustibles que utiliza y la emisión de gases que genera y por último los factores que inciden en la demanda y consumo de energía eléctrica.

Esta segunda parte permite construir el marco teórico y plantear la hipótesis: **“Si se conoce la proporción de la ganancia de calor solar a través de diferentes tipos de vidrio en la envolvente, es posible cuantificar la demanda energética requerida para la compensación térmica y establecer indicadores de eficiencia energética para nuestro país, basados en relaciones de gasto energético climático, que permitan a nivel de diseño de la envolvente mitigar, al evitar, las emisiones de gases invernadero e impactar en menor medida al cambio climático global”** logrando un espacio arquitectónico habitable y energéticamente eficiente.

La tercera parte del documento, en los capítulos 5 y 6, le corresponde a la contrastación o comprobación de la hipótesis, en el 5, y al análisis de resultados y propuesta de Ahorro de Energía, en el 6 y correspondiendo a esta tercera parte el trabajo en sí, el cual consta del análisis del comportamiento de la envolvente, a través de dos mecanismos, el primero de la aplicación de la Norma Oficial Mexicana, NOM-008-ENER-2001, que regula el uso de energía en edificios no residenciales y 1713 simulaciones en el programa HEED, de la U.C.L.A., considerando en la envolvente a una gama de 57 vidrios diferentes y ante tres climas representativos en nuestro país: de tipo templado, cálido húmedo y cálido seco, y de las simulaciones se determina el gasto energético y porcentual por climatización; y la variabilidad del gasto al interior de cada grupo de vidrios. En el capítulo 6, en base al comportamiento térmico y energético de la envolvente, se analizan y plantean propuestas de Ahorro de Energía relacionadas con eficiencia energética y porción translúcida; y en la propuesta vinculada a las relaciones climáticas se toma en consideración tanto lo que se analiza de las simulaciones computacionales como lo que corresponde a aspectos de consumo en cada estado de la república, predominancia climática y aspectos biológicos de homeostasis en la población humana.

Y finalmente, en el mismo Capítulo 6 se plantea la aplicación de la propuesta de Ahorro de Energía, de las edificaciones a través de la envolvente translúcida y producto de este trabajo, en la Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001, y en la comparación con la misma, obteniéndose ahorros importante de energía.

Los ahorros de energía que se logren podrían apoyar en un uso más racional de la energía, en la mitigación al cambio climático y en la disminución a la vulnerabilidad de los sistemas biológicos y físicos por una mayor adaptabilidad ante el cambio.

Resumen

Ante el Cambio Climático Global —resultado de la actividad humana por el consumo de energía de origen fósil, que es la que predomina en todo el mundo, incluyendo a México—, se tiene la necesidad global de reducir las emisiones de los gases efecto invernadero, causantes del presente Cambio Climático Global.

Las edificaciones, por la energía que utilizan —desde la fabricación de los materiales, el proceso de construcción, la operación, la demolición y el reciclado— emiten gases efecto invernadero, y de acuerdo a la evaluación del Panel Intergubernamental del Cambio Climático, PICC, las emisiones de las edificaciones aportan el 22% del total mundial de gases invernadero y el 32 % del CO₂, principal gas efecto invernadero.

En las edificaciones, la envolvente limita físicamente a los medios exterior e interior y los vincula a través de la transferencia de calor; y de la envolvente, la porción translúcida es la más vulnerable a esta transferencia, ya que puede representar ganancias o pérdidas de calor al interior de las edificaciones, y que en nuestro país, por su ubicación geográfica, representa ganancias térmicas importantes, las cuales en un ambiente sin ventilación quedan atrapadas, por efecto invernadero, por ser el vidrio un material impermeable al paso de la radiación infrarroja, lo que ocasiona que del gasto de energía por operación, en climatización y específicamente por enfriamiento, este represente uno de los más importantes por el uso del vidrio en la envolvente.

El presente trabajo “Comportamiento Energético de la Envolvente Translúcida en México” plantea como hipótesis que si se conoce la proporción de la ganancia de calor solar a través de diferentes tipos de vidrio en la envolvente, es posible cuantificar la demanda energética requerida para la compensación térmica y establecer indicadores de eficiencia energética para nuestro país, basados en relaciones de gasto energético climático, que permitan a nivel de diseño de la envolvente mitigar, al evitar, las emisiones de gases invernadero e impactar en menor medida al cambio climático global”, logrando un espacio arquitectónico habitable y energéticamente eficiente.

El presente trabajo planteó como objetivo el presentar propuestas de Ahorro de Energía en nuestro país, basadas en los indicadores de eficiencia mencionados, vinculados a factores de eficiencia y relaciones energéticas por aspectos climáticos, lo cual se obtiene del análisis a 1713 simulaciones computacionales a 28 vidrios con características térmicas y ópticas diferentes y en proporciones que van de 10% a 100% en la envolvente y ante condiciones climáticas de tipo templado, cálido húmedo y cálido seco en nuestro país.

Del comportamiento Energético de la Envolvente Translúcida en México, se conocen aspectos de tipo general como el determinar la variabilidad del comportamiento térmico en vidrios similares, la porción translúcida más eficiente y las relaciones energéticas entre los diferentes climas; y en

cuanto a aspectos específicos por región climática se obtiene el gasto energético (KW/hr) y su participación porcentual por enfriamiento, calentamiento e iluminación, así como la eficiencia entre los 28 vidrios seleccionados por porción translúcida.

La propuesta de relaciones energéticas o índices de eficiencia plantea su aplicación en el excelente instrumento que es la regulación al uso de la energía en las edificaciones, específicamente en la Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001, y en su aplicación se logran Ahorros de Energía del orden de 31% en clima templado; 72% en clima cálido húmedo y 76% en clima cálido seco.

El ahorro de energía, representa una reducción en la emisión de gases efecto invernadero con beneficios adicionales como son la mitigación en el cambio climático esperado, una disminución en la vulnerabilidad de los sistemas biológicos y físicos, y en consecuencia un incremento de la adaptabilidad de todos los sistemas que dependemos del complejo factor climático.

Abstract.

Facing the global climatic change —resulting from the human activity, due to the consumption of energy fossil, which is predominant all over the world, including Mexico— we have the global necessity of reducing the gas emissions with green-house effect, that cause the current Global Climatic Change.

The buildings, due to the energy they use —from the materials manufacturing, the build process, the operation, the demolishing and re-cycling— emit green-house effect gases and accordingly to the evaluation of the Inter-governmental Panel of Climatic Change, PICC, the emissions from the edifications, give the 22% of the world total of green-house gases and the 32% of the CO₂, main green-house effect gas.

In the buildings, the outer envelope limits physically the exterior and interior environment and entail them through the heat transference, so it represents earnings or loses of heat in the buildings interiors and than in our country, due to its geographic position, it represents important heat earnings, they in an environment without wind movement, remain enclosed, due to the green-house effect, because glass is a material non permeable to the pass of the infrared radiation, which causes that the energy spending for the operation, in adjusting the climate and specifically in the cooling, this represents one of the most important, because of the use of glass in the outer envelope.

The current work “Energy behavior of the trans-lucid outer envelope in Mexico” poses as hypothesis, that if the part of the gains of solar heat is well-known through different glass types at architectural envelope, it is possible to assess the energy demand for the thermal compensation and to establish energy efficiency indicators in our country, based in the relations of climatic energy spending, that allow them in the outer envelope design, to diminish, avoiding the green-house emissions and to impact in a lower way the global climatic change, obtaining an habitable architectonic space and efficient.

This work poses as an objective, to present proposals of Energy Saving in our country, based in the efficiency indicators mentioned and tied to factors as efficiency in the trans-lucid portion and the energy relations due to climatic aspects, obtained from the analysis of 1713 computational simulations to 28 glasses with different thermal and optical properties, in proportions from 10% to 100% in the outer envelope and before warm, humid hot, and dry hot climatic conditions in our country.

From the energy behavior of the trans-lucid outer envelope in Mexico, general aspects are known, as determining the variability of the thermal behavior in similar glasses and at the same time the more efficient trans-lucid part and the energy relations between the different climates; and referring to specific aspects by climatic region, the energy spending is obtained (Kw/hr), and its percentage participation because of the cooling, heating and lighting, and also the efficiency among the 28 selected glasses at trans-lucid portion.

The proposal of the energy relations of efficiency indicators poses its application in the excellent instrument, that is the regulation to the use of the energy in the buildings, specifically to the Official Mexican Standard NOM-008-ENER-2001, and with the application attains Energy Saving: 31 % in warm climate; 71% in humid hot climate and 76 % in dry hot climate.

Energy saving represents a reduction in the green house gases emission, with additional benefits, as the diminishing in the expected Climatic Change, a diminishing in the vulnerability of the biological and physical systems and thus an increment of the adaptability of all systems depending from the complex climatic factor.

CONTEXTO ARQUITECTONICO:

Capítulo 1. Evolución de las Edificaciones con el uso del vidrio en la envolvente y sus requerimientos energéticos.

Ante el Cambio Climático Global actual, de origen antropogénico principalmente, y del cual dada su importancia, en el apartado siguiente se presentara una revisión —de tipo global en el capítulo 2 y nacional en el capítulo 3— y considerando el impacto que en el cambio climático tiene el gasto energético de las edificaciones — 22% del total de gases efecto invernadero y 32% de CO₂, principal gas efecto invernadero — en este primer capítulo se presenta una revisión principalmente de tipo histórica sobre la evolución que ha tenido la envolvente arquitectónica en el tiempo, con el uso en la misma del material al que conocemos como vidrio, y ello dentro de la misma evolución humana.

En el gasto energético requerido por las edificaciones ha jugado un papel importante el uso del vidrio en la envolvente de las mismas, a nivel global, por ser el vidrio uno de los materiales que mayor demanda tiene en las edificaciones, tanto de quienes las diseñan, como de quienes cubren la etapa de su materialización, como de quienes las habitan, por lo que se consideró necesaria la revisión e inclusión de este apartado, a fin de comprender el papel que en la historia ha desempeñado el vidrio en las edificaciones y la relación en el gasto energético.

Las propuestas para el logro de la reducción de gases efecto invernadero, de las edificaciones, son necesarias, y el esfuerzo por presentarlas reflejan el gran interés por lograr disminuir la emisión de gases efecto invernadero, EGI, y una muestra de la conciencia que se tiene de una solución ante uno de los problemas más importantes en la actualidad.

Este primer capítulo se divide en cuatro apartados: en el primero titulado Origen del hombre, origen de la envolvente arquitectónica, se plantea cómo al cubrir el hombre una necesidad natural y que comparte con todas las especies, se considera es el origen de la envolvente arquitectónica. En este apartado se hace una revisión de diferente tipo: biológica, histórica y arquitectónica sobre el origen del hombre y lo que éste requirió para sobrevivir como especie, y en la consideración de su vulnerabilidad al medio ambiente aunado a la creciente capacidad de solucionar problemas le permitió que la vivienda o espacio habitable fuese un elemento no sólo para sobrevivir y evolucionar como organismo, sino que el mismo elemento evolucionara con él. En este apartado se considera la evolución de la vivienda desde el origen del hombre y hasta la edad de hierro, anterior al período Helénico Griego.

En el segundo apartado se considera una revisión histórica-arquitectónica sobre la evolución de la vivienda del hombre desde las edificaciones romanas y hasta nuestros días, pero a diferencia de la

realizada en el primer apartado, en éste se lleva a cabo en función del uso del material translúcido al que conocemos como vidrio y utilizado en la envolvente arquitectónica.

En el tercer apartado se evalúa a la edificación con envolvente translúcida, en función de un espacio habitable, considerando el comportamiento térmico del espacio interno y las causas que lo determinan.

En el cuarto apartado, se hace una breve reseña de la evolución del material translúcido vidrio, el cual ofrece en la actualidad una amplia gama, que presenta diferencias en sus propiedades ópticas y térmicas, producto de su composición química.

1.1. Origen del hombre, origen de la envolvente arquitectónica.

1.1.1. La especie humana como sistema abierto y/o cerrado.

La especie es desde el punto de vista biológico el grupo de organismos al que se le puede considerar como un sistema cerrado desde el punto de vista genético, ya que su ADN (ácido desoxirribonucleico) sólo circula al interior del grupo a través de la reproducción; sin embargo a la especie se le considera como un sistema abierto porque ingresa energía del ambiente al sistema y sale energía del sistema al ambiente. Todas las especies, incluyendo el hombre comparten la anterior definición, pero no todas se relacionan en la actualidad de la misma forma con el ambiente.

Una especie es una población; cada especie es una población y una población, al igual que los organismos nacen –cuando se origina-, crece –por incremento de sus integrantes-, madura y muere, al ir disminuyendo sus integrantes y reducirse la posibilidad de reproducción.

El crecimiento en una población se determina a partir de la tasa de natalidad y de mortalidad: si la diferencia es positiva, la población crece incrementando el número de sus integrantes; si la diferencia es negativa, la población decrece al disminuir el número de sus integrantes.

Todas las poblaciones se interrelacionan entre sí y con el medio a través del alimento: Una población requiere alimento y éste está representado por otra población, y a la vez es alimento de otra población. Esta situación sucede en todas las poblaciones, incluyendo al hombre en sus orígenes.

A través de la relación alimenticia una población madura presenta fluctuaciones: decrece al faltarle el alimento y crece al poderse reproducir por contar con alimento; decrece al haber depredadores y crece al faltar depredadores. Esto sucede en todas las poblaciones, incluyendo al hombre en sus orígenes. Las fluctuaciones en una población se dan a través de las interrelaciones entre dos o más

poblaciones vinculadas entre sí a través del alimento, por lo que existen factores que limitan tanto el crecimiento como el decrecimiento de las poblaciones, y a su vez, estos factores son un autocontrol poblacional.

En el origen de la especie humana, los hombres que la conformaban, al igual que los demás organismos de otras especies con los que compartía el ambiente estaban sujetos a la relación trófica que es el flujo de energía que circula entre las poblaciones y el ambiente como producto de la alimentación, a través de las relaciones presa-depredador.

Con lo mencionado con anterioridad, vemos que las poblaciones tienen factores limitantes que frenan su crecimiento y esto nos permite analizar cómo es el crecimiento de la población humana: la población humana no tiene depredadores, porque ninguna especie se alimenta de ella; la población humana no se alimenta de una población en particular cuya escasez pudiera ser limitante de su crecimiento.

La población humana tiene una tasa de mortalidad que tiende a disminuir y una tasa de natalidad que en la mayor parte de sus organismos se resiste a disminuir; por lo que la diferencia es siempre positiva -tasa de natalidad / tasa de mortalidad- y esto significa crecimiento para la población, el cual es constante, y al paso del tiempo la diferencia positiva aumenta, situación que se analizará al tratar los requerimientos energéticos.

1.1.2. La evolución a la especie humana.

El descubrimiento de los restos fósiles de antecesores de -Homo erectus- se remontan a un poco más de un millón de años, los cuales al compararse con fósiles más antiguos -Australopithecus- muestran una diferencia estructural relacionada con una postura erecta -huesos de las extremidades- y un posterior incremento en el tamaño del cerebro ^{Sherman}.

Reconstruir un cuadro de la vida del H. erectus en base a los fósiles encontrados nos indican que eran cazadores expertos y se alimentaban principalmente de carne; usaban el fuego y fabricaban herramientas de cuarzo y una especie de hacha de mano, eran caníbales y vivieron en cavernas durante 200 000 a 300 000 años. Las señales de fuego más primitivas se remontan a 400 000 años. Homo erectus fue quizá un ladrón del fuego, más que un productor del mismo, ya que no se han encontrado instrumentos para producir fuego en ninguno de los lugares investigados. El uso del fuego permitía cocer los alimentos e hizo habitables las cuevas aún en las estaciones más frías. Huesos de H. erectus se han hallado en África, Java y China, y se cree que la especie proviene de África. Se desconoce cómo se extendieron por otros continentes, pero es obvio que tal migración ocurrió durante

siglos y por muchas generaciones. No tenemos idea de si H. erectus usaba ropa y construía habitaciones permanentes además de las cuevas. Es posible que se organizara cazando en grupos pequeños, pero nada sabemos de su estructura social, religión, arte o cualquier otra práctica de tipo cultural. Las características de tal cultura –si existió- no ha dejado huella en los restos fósiles. No tenemos ninguna certeza de lo que pasó con H. erectus, pero quizá no estemos muy lejos de la verdad al suponer que con el tiempo se convirtió en uno de nosotros o fue antecesor nuestro ^{Sherman}.

1.1.3. Homo sapiens: el ser humano actual.

Es evidente que aunque las poblaciones de H erectus aún existían durante el pleistoceno medio -era que inició hace 750 000 de años y que duró unos 300 000- hace unos 500 000 años el desarrollo mental humano había llegado a tal grado que los fósiles de esa edad pueden considerarse representativos de H. sapiens, quienes probablemente evolucionaron a partir de H erectus. Gradualmente, conforme comenzaban a tener efecto las ventajas selectivas de las características del H. sapiens, aumentaría la proporción de este tipo de hombre en la población ^{Sherman}.

La fase final en la historia de nuestra aparición como especie llegó hace aproximadamente 20 000 años, cuando los habitantes Neandherthalenses de Europa fueron desplazados por gente de un tipo europeo más moderno y sus restos se encontraron en Cro-Magnon, en el sur de Francia, por lo que los fósiles se han llamado el Hombre de Cro-Magnon. En realidad es simplemente una manifestación del H. sapiens. Este grupo de seres humanos era de elevada estatura y musculoso, con una gran capacidad craneal y rasgos faciales finos. El hombre de Cro-Magnon fue el último de los pueblos de la antigua Edad de Piedra. El hombre de Cro-Magnon vivía en cavernas y era un consumado artista; sus pinturas (Fig. 1.1) y esculturas (Fig. 1. 2) son un ejemplo de la creatividad humana ^{Sherman}.



Fig. 1.1 Pintura de un toro de perfil, Lascaux, Francia. ^{Marín de L.}



Fig. 1. 2 Venus de Willendorf, Austria. ^{Marín de L.}

Los progenitores de los más antiguos representantes de la familia humana quizá estaban distribuidos como extensas comunidades endogámicas en India, Europa, Asia y África. Las separaciones de los pueblos modernos en razas geográficas ocurrió probablemente hace unos 500 000 años. Las formas asiáticas emigraron a Polinesia y a Australia. Hace alrededor de 20 000 años los asiáticos cruzaron el Estrecho de Bering y llegaron al continente americano ^{Sherman} (Figs.1.3 y 1.4)

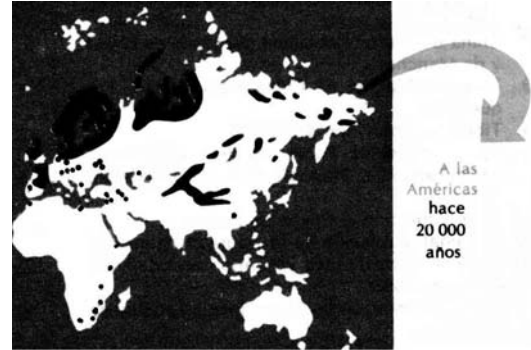
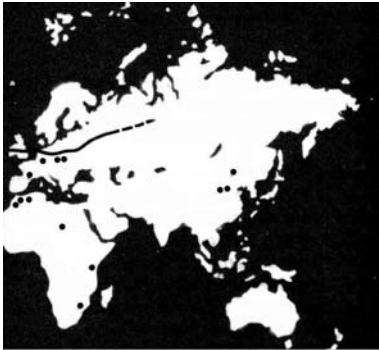


Fig. 1.3 Ubicación y dispersión de Homo erectus ^{Sherman y S.}

Fig. 1.4 Ubicación y dispersión de Homo sapiens ^{Sherman y S.}

1.1.4. Origen de la envolvente arquitectónica.

Los seres humanos constituimos una sola especie, lo que significa que somos un grupo compuesto de poblaciones entrecruzadas, que aunque tengan un aspecto diferente por diversidad interpoblacional debido a la actuación de la presión de la selección natural y la mutación genética por ubicaciones geográficas diferentes –variación geográfica-, comparten una compatibilidad reproductiva.

Aunque es fácil descubrir las diferencias entre las poblaciones humanas en diversas localidades geográficas en cuanto a aspecto físico, color de la piel, forma del cabello y otros aspectos, muchas de las características utilizadas para describir a las razas humanas tienen solamente una base genética parcial y están fuertemente influidas por factores ambientales como la exposición a la luz solar y en aspectos nutricionales, vinculados con adaptaciones y selecciones al medio ambiente.

En los fósiles humanos que nos muestran los cambios que el hombre como especie ha sufrido en el tiempo destacan los cambios estructurales relacionados con la postura erguida, un incremento en la talla, la disminución en el vello que cubre a la piel y lo que más destaca es un aumento en la masa cerebral, observado esto por el aumento en el tamaño del cráneo (Fig. 1.5).

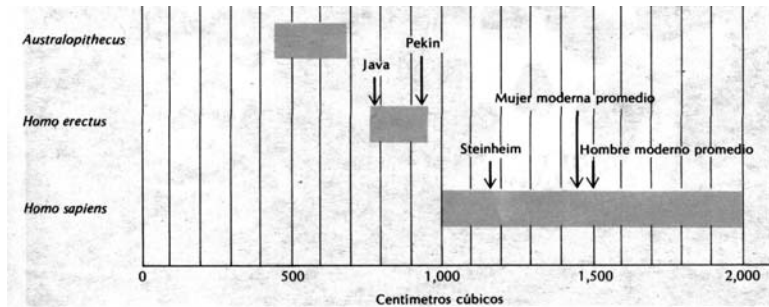


Fig. 1.5. Gráfica comparativa del incremento de la masa cerebral en centímetros cúbicos. Random, Sherman

Para la especie humana, como para cualquier especie, es vital para sobrevivir el contar con un sitio que le proporcione protección ante factores que pueden atentar tanto su vida personal como la de la población, por ejemplo, en primer lugar la constante y necesaria relación presa-depredador a la que están expuestas todas las especies; en segundo lugar la necesidad de contar con un sitio en el que sea posible cuidar a las crías y descansar; por último, pero no menos importante una protección ante las inclemencias del ambiente causadas por los cambios en parámetros como temperatura, radiación solar, humedad e iluminación, los que si varían en el transcurso de 24 horas, varían más de un día a otro, y más aún de una estación a otra. Si a la necesidad común a cualquier especie de contar con un espacio habitable se le agrega que en el hombre la presencia de vello corporal representaba una protección a los cambios ambientales, su paulatina pérdida lo hacía más vulnerable a los cambios ambientales, por lo que la solución de un espacio habitable era un problema más crítico que para sus antepasados.

Por los restos fósiles conocemos que las cuevas fueron el primer ambiente habitable que utilizó, como lo muestran los restos encontrados por Davidson Black en Dragon Hill, Chou-k-ou-tien a 25 millas al suroeste de Pekín, China, la cual se considera fue utilizada por *Homo erectus pekinensis*, en la que aparecen tanto restos de humanos como de otros mamíferos utilizados para alimento como rincerontes, además la evidencia de herramientas y como lo más importante el hecho del uso del fuego por el hombre.

Por estar vinculada la especie humana a la relación presa-depredador al igual que las demás especies, era necesario no sólo protegerse de los depredadores, sino ser él un depredador para poder sobrevivir, y considerando que los cambios atmosféricos son presiones para la presencia o ausencia de organismos, el hombre debía movilizarse para poder cazar, por lo que debía contar con espacios habitables móviles, para lo cual él hizo uso de los recursos naturales propios del sitio en el que se encontraba, -uso que no realizaban organismos de otras especies-. De estos refugios móviles se tienen también registros fósiles, como el de un asentamiento importante en un campo paleolítico de hace 300,000 años (Fig 3.6), en Terra Amata, en Nice, Francia. El descubrimiento se realizó en 1966 y cubría 221 m² y de él se recuperaron 35,000 objetos; se considera fue ocupado por *H. erectus* por

aproximadamente 11 años; el refugio es de forma ovalada medía aproximadamente 3.9 m por 6 m, las paredes estaban formadas por ramas apoyadas en el suelo y detenidas por fuera y abajo por piedras y arriba en una rama más gruesa que en forma horizontal se sostenía de troncos que en el centro, clavados en el suelo eran los pilares; la alimentación de sus habitantes era diversa, ya que constaba tanto de organismos de mar como pescados y mariscos, así como de mamíferos, por ej. Rinocerontes, alces, jabalíes y elefantes; sus armas eran lanzas y rocas talladas que funcionaban como cuchillos para cortar pieles (Fig. 1.6) ^{Random y Marin}

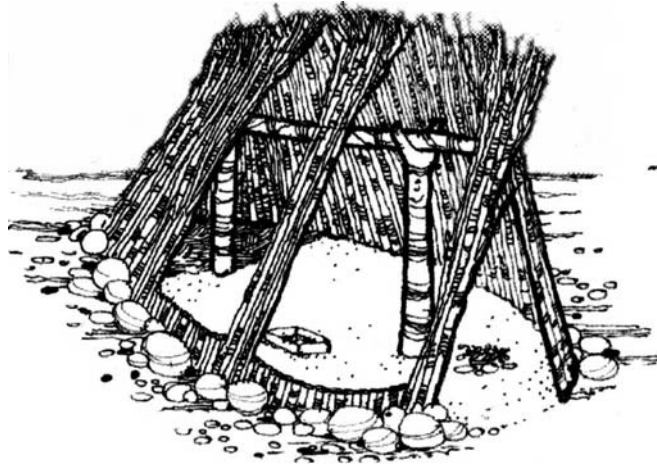


Fig. 1.6 Vivienda de un Campamento Paleolítico de hace 300,000 años, en Nice, Francia ^{Random, Marin}

El hombre u Homo sapiens emigró a diferentes partes del planeta (Fig 4) de África hacia Europa, de Europa hacia Asia y de aquí hacia diferentes puntos como la Polinesia y a Australia, y aproximadamente hace 20 000 años los asiáticos cruzaron el Estrecho de Bering y llegaron al continente americano, por lo que podemos considerar que el hombre no sólo se enfrentaba a dar solución al problema de contar con un ambiente habitable que le protegiera de los cambios atmosféricos en un lugar determinado, sino que como producto de las migraciones el sitio en el que se desarrollaba su vida se modificaba en forma significativa, ya que al cambiar el ambiente existía la posibilidad de mejorar, al encontrarse con uno más benigno, pero también era posible lo contrario, por lo que el resolver el problema de un espacio habitable podía representar un grado mayor de dificultad ^{Sherman}

Se tiene registro de cuatro grandes glaciaciones en la Era Cuaternaria, en el Pleistoceno medio y en el superior: la Günz (gunciense), de 850,000 a 550,000 a.A.C.; la Mindel (mindeliense), de 450,000 a 350,000 a.A.C.; la Riss (rissiense), de 250,000 a 150,000 a.A.C.; y la Würm de 150,000 a 10,000 a A.C. mismas que alteraron en forma importante el clima en el planeta, al disminuir la temperatura ambiental hasta el punto de congelación. En las cuatro glaciaciones están presentes poblaciones de Homo: en la primera Australopithecus y H. habilis; en la segunda Homo erectus; en la tercera Homo erectus y Homo sapiens neanderthalensis y en la cuarta Homo sapiens neanderthalensis y Homo sapiens sapiens. Si además del cambio de ambiente por las migraciones que las poblaciones

realizaron se agrega las glaciaciones que duraron 300,000 años la primera, 100,000 años la segunda y lo mismo la tercera, y 140,000 años la última, es obvio que el espacio habitable para las poblaciones humanas era un problema de cuya solución dependía la vida de la especie. Es posible que al existir dos grupos diferentes, por ejemplo Homo sapiens y Homo sapiens neandethalensis se presentara competencia por los mismos recursos, y aunque no se tiene una evidencia directa, posiblemente una situación de este tipo sucedió con los Homo sapiens Neanderthalenses de Europa al ser desplazados por otro grupo con características estructurales más modernas, posiblemente Homo sapiens sapiens

Sherman

En la evolución del hombre el incremento de la masa cerebral, permitió un razonamiento mayor conforme se incrementaba la misma, con lo que era posible dar una o más soluciones a problemas cada vez más complejos, y considerando que una de las características fundamentales del ser humano es la comunicación a otros de lo aprendido, esto permitió crear culturas, representadas por formas de vida e ideas que han podido transmitirse de una generación a otra como un conocimiento empírico y no sólo innato.

Como ejemplo de un asentamiento humano en la cuarta glaciación, la Würm, durante el Paleolítico superior se tienen los restos localizados en los glaciares entre Checoeslovaquia y el sureste de Rusia, que corresponden a la cultura Gravettian (35,000 a 10,000 a.A.C.) (Fig. 1.7) , la cual es un ejemplo de solución sofisticada al logro del confort humano en un ambiente cubierto de hielo: Estas personas vivían en un lugar en el cual no existían cuevas naturales, por lo que construían chozas circulares con ramas que cubrían con las pieles curtidas de los animales que habían cazado, y para incrementar el soporte en el perímetro exterior se colocan huesos de mamut o de rinoceronte, en el interior de la tienda o choza para retirar el hielo el piso se excavaba; estas chozas se agrupaban, por lo que nos habla de una organización social y que sus habitantes compartían actividades comunes en beneficio de la población tales como cazar, curtir las pieles y preparar ropa con ellas, secar alimento para provisiones durante el invierno, preparar fuego, etc. ^{Random}. Chozas de este tipo permitían que sus usuarios pudieran realizar migraciones al poder ser desmontadas y los materiales transportados. Lo más importante de este ejemplo es que este tipo de espacio habitable que cuenta con una antigüedad de hasta 35,000 años es aún funcional, ya que es similar al que utilizan en la actualidad los habitantes en el polo norte.



Fig. 1.7 Vivienda de un Campamento de la cultura Gravettian Random y Marín.

Entre los períodos interglaciares, y al final de la última glaciación, con el retroceso del hielo la situación climática se modificó y las lluvias al presentarse, representó también un problema para el diseño de un espacio habitable, ya que debía solucionarse el cómo evitar que el agua ingresara al interior de una vivienda no permanente, considerando que la actividad del hombre es aún nómada. Lepenski Vir (Fig. 1.8) Random. es un asentamiento al sureste de Yugoslavia, descubierto en 1960, construido hace 5000 a 4600 a. A.C., en el cual se nota que la construcción de las casas es sobre terrazas, con lo que se evitan inundaciones, y con techos inclinados para desalojar el agua de lluvia, alineadas sobre la orilla del río Danubio, y con sus entradas orientadas hacia el agua; cada una de ellas medía aproximadamente de 5 a 30 m². El piso de las viviendas era de roca caliza porosa, lo que permitía un aislamiento térmico del suelo húmedo; su alimentación estaba vinculada a los productos del río, pues ahumaban y secaban el pescado, pero no se conocen las técnicas de pesca utilizadas.

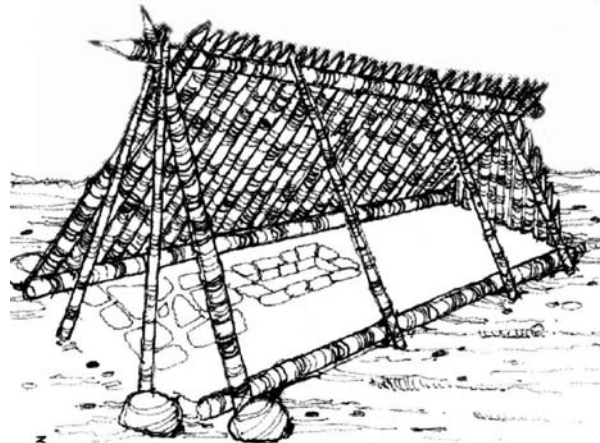


Fig. 1.8 Vivienda del asentamiento de Lepenski Vir, al suroeste de Yugoslavia. Random y Marín.

El hombre hace la transición de ser nómada a ser sedentario por el dominio de la agricultura y la domesticación de los animales, con lo que se modifica el tipo de vida, y por ende modifica la vivienda: ésta al empezar a ser permanente adquiere características más formales, a fin de albergar tanto a los usuarios humanos –adquiriendo la posibilidad paulatina de cubrir diferentes funciones en ella–, como a los animales y/o el producto de los cultivos. Un ejemplo de la casa en el período Neolítico (4500 a

1800 a.A.C.) la constituye Nea Nikomedia (Fig. 1.9)^{Marín}, que cuenta con piso de barro con guijarros incrustados, paredes de troncos recubiertos de barro y zarzas, y techo con travesaños de madera, hojas y paja.

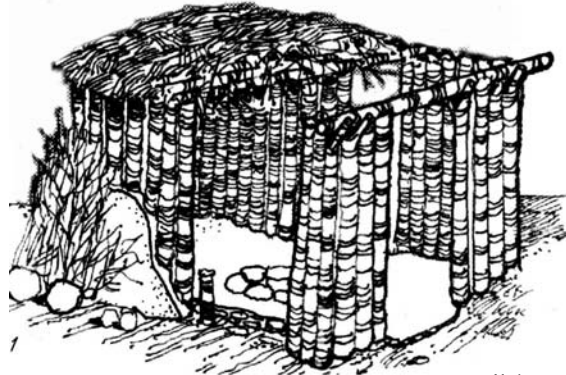


Fig. 1.9 Vivienda del Neolítico Nea Nikomedia ^{Marín}.

El producto del dominio de la agricultura y de la domesticación de los animales, se constituyen en el patrimonio familiar o colectivo, situación que proporciona al hombre una mayor seguridad e independencia con respecto a los recursos naturales necesarios para sobrevivir, y favorece un crecimiento demográfico positivo en la población humana iniciándose con ello la posibilidad de acumular bienes, por lo que se requiere de una organización más formal en la vivienda y entre las viviendas lo que representa una incipiente urbanización en el sitio seleccionado, y más adelante surge la necesidad de proteger o resguardar los bienes adquiridos. (Fig. 1.10) como puede observarse en Sesklo, poblado agrícola del Neolítico Griego, el cual presentaba una muralla perimetral y en las casas existía un lugar para almacenar los bienes.



Fig. 1.10 Sesklo, poblado agrícola del Neolítico griego ^{Marín}.

El hombre había ya manifestado su interés por los muertos, esto presente en los restos fósiles en diversos sitios: a través de ofrendas y entierros en lugares cercanos a donde el hombre vivía; sin embargo es a partir de fines del Neolítico cuando adquiere la tumba o casa del difunto una mayor importancia, expresándose a través de monumentos megalíticos como el Menhir Ej. Carnac, En Francia (Fig. 1.11) y las tumbas de vikingos, en el dolmen (Fig. 1.12) o en el Trilite (Fig. 1.13),

vinculados estos últimos a sitios en los que se realizaban rituales.



Fig. 1.11 Menhir de Carnac, Francia ^{Navale}



Fig. 1.12. Dolmen ^{Navale}

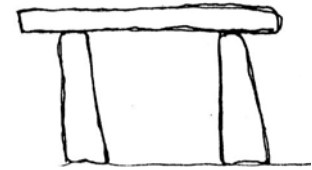


Fig. 1.13. Trilite ^{Navale}

El hombre también ha habitado tanto en forma sedentaria como permanente en ambientes acuáticos, y se han descubierto cientos de aldeas lacustres o palafitos (Fig. 1.14), ^{Guidoni} que construidas sobre una plataforma construida sobre pilotes -endurecidos con fuego- en el fondo de lagos, estuarios o pantanos. Sobre la plataforma se levantaba en el centro una vivienda de madera, rodeada por un pasillo perimetral. La comunicación con otros palafitos o con la tierra firme se lograba por medio de pasarelas (Fig. 1.15) o por embarcaciones. Las construcciones de este tipo fueron poblados que se remontan desde el paleolítico hasta la edad de Hierro; sin embargo, al igual que en el caso de la vivienda de la cultura Gravettian, los palafitos aún son utilizados .



Fig. 1.14. Palafito ^{Marín}

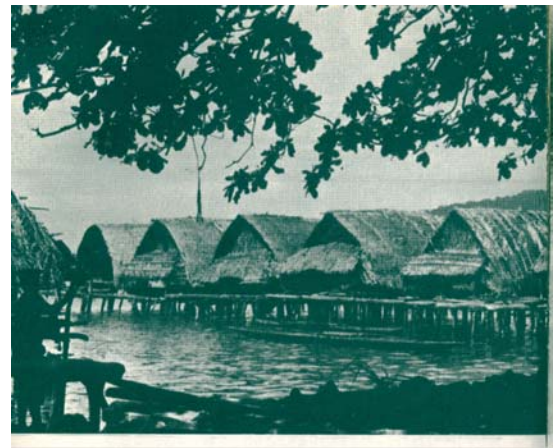


Fig. 1.15. Aldea palafítica, con viviendas ojivales, galería y pasarela frontal. I. de Almirantazgo (Melanesia) ^{Guidoni}

En el sur de Europa, hace aproximadamente 1700 años a.C., la explotación de yacimientos de cobre y estaño impulsó el desarrollo de las sociedades megalíticas; el metal se fundía y se vertía en moldes, copiándose al principio formas similares a las que se conocían de piedra y cambiándose después por nuevas piezas de herramientas, armas y ornatos. A este período se le conoce como la Edad de Bronce y varía en inicio y duración en diferentes lugares, ya que en Asia fue anterior a Europa y en África posterior a Asia, situación relacionada posiblemente con las migraciones. La cerámica continuó produciéndose junto con el bronce y Unetice llegó a ser el centro más importante de Europa que trabajaba el cobre, pasando después a Lausitz.

El comercio, tanto por tierra como por el mar impulsó la economía y el desarrollo social, al ser posible la difusión de conocimientos adquiridos en diferentes lugares hasta ese momento.

La vivienda en la Edad de Bronce contaba con paredes de troncos o cañas, con cerramiento de ramas y barro y piedras en el perímetro exterior (Fig. 1.16)^{Marín}, por lo que no era muy diferente a la del Neolítico.



Fig. 1.16. Casa de la Edad del Bronce^{Marín}

En la Edad del Hierro, posterior a la del Bronce las edificaciones como los nuraghi o nuragas sardos se cree estaban relacionados con actos de defensa: tenían la forma de un torreón, constaban de dos o más pisos con muros formados con rocas escuadradas y sin mortero en círculos concéntricos y sus cubiertas, siempre en piedra, formaban una bóveda falsa.^{Navale y Marín} Las nuragas podían ser sencillas, con sólo una cámara, o agrandada o desarrollada, al contar con torres y patios murallas como en Burremini (Fig. 1.17).

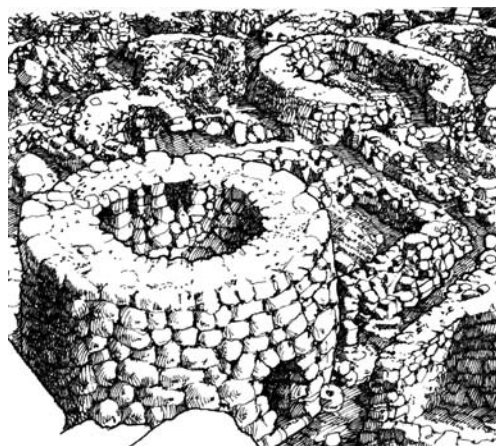


Fig. 1.17 Edificaciones nuragas en Burremini, siglo VIII a.C.^{Marín}

De la Edad del Hierro también se tienen vestigios de casas construidas con troncos, principalmente en el centro de Europa como la de la Fig. 1.18^{Marín}, en Polonia, hace 700 años.

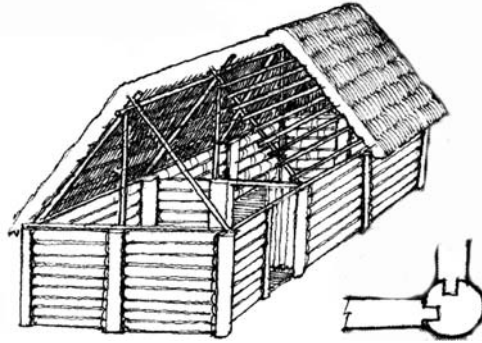


Fig. 1.18 Casa construida con troncos en Polonia hace 700 años ^{Marín}.

Se cuentan también con vestigios de poblados en la Edad del Hierro, como el del Cabezo de Mompeón, en Caspe, España, el cual estaba constituido por más de 50 casas sobre una loma plana de 90 m de largo por un promedio de 30 m de ancho y a 200 m sobre el nivel del Río Guadalupe. La mayor parte de las casas ocupan una superficie rectangular de aproximadamente 4 por 10 m, aunque hay algunas en las que la superficie es irregular. Algunas tienen dos habitaciones y la más pequeña es la despensa o granero. Los muros se construyeron con pequeñas piedras con barro: adobes aglomerados de arcilla prensada y en el exterior enlucidos toscos con mezclas de cal y arena. El grueso de los muros varía de 20 a 40 cm, reforzados con postes de madera como soportes de un techo plano inclinado hacia la fachada.

1.2. El vidrio en la evolución de la envolvente en las edificaciones.

El objetivo de este capítulo es el de apreciar cómo, desde la fabricación del vidrio plano para ser usado en la envolvente de las edificaciones quedó como material de construcción vinculado a la historia del hombre a través de la historia de la arquitectura y evolucionó tanto en su producción como en su uso al iniciar como un producto artesanal, y convertirse en uno industrial -en el que se aplica el conocimiento científico-, proceso que ha durado más de 2000 años y en el que ha incrementado su importancia a tal grado que el vidrio aunado a los metales ha llegado a desplazar a otros materiales de construcción tradicionales como el tabique y la piedra, con lo que la envolvente de las edificaciones se ha transformado en forma significativa.

La información de este capítulo está basada en una revisión bibliográfica de revisiones históricas sobre el vidrio plano tanto en su uso en la envolvente de las edificaciones, como en los procesos de su producción, los cuales están íntimamente vinculados.

1.2.1. Origen del vidrio.

La historia del vidrio comienza con la formación de la tierra, debido a que gran cantidad de sílice (principal componente del vidrio) al fundirse y enfriarse en forma natural formó parte de rocas, entre las que se encuentra la obsidiana ^{Cid}.

En la historia del hombre, el aprovechamiento de los materiales existentes en la naturaleza ha sido fundamental para su evolución como especie: los utilizó primero en forma natural y los sometió después a procesos para modificarlos, desde un tallado hasta el uso de calor ^{López}, proceso en el que el vidrio encajó muy bien, y fue uno de los primeros empleados en la fabricación de piezas como cuchillos y puntas de lanza de obsidiana y se cree que en una etapa posterior, cuando se fundían metales, el hombre descubre el vidrio en forma accidental, al fundir arena ^{López, Salvat}, que por estar coloreada por óxidos metálicos seguramente atrajo la atención de posibles primitivos fundidores de cobre ^{Mc Grath}.

El descubrimiento de Sir Flinders Petrie de una fábrica de vidrio en Tel-el-Amarna de 1400 a.c., que coincide con la conquista Egipcia a Siria, es una de las evidencias que consideran a Siria como el sitio en el que posiblemente se haya iniciado el uso de procesos relacionados con el vidriado, anterior al uso del vidrio. El vidrio encontrado en Tel-el-Amarna era opaco y con color y se cree que la posterior decoloración se logró en Egipto ^{Mc Grath, Salvat}.

1.2.2. Primeras láminas de vidrio romano, origen del vidrio plano.

Al pasar Egipto a ser parte del Imperio Romano, al inicio de nuestra era, la fabricación de vidrio se establece en Roma y son los Romanos quienes lo usan con diferentes propósitos, como el de fabricar placas delgadas para cubrir aberturas en muros ^{Mc Grath}, por lo que su uso en la envolvente se relaciona con el uso de aberturas en el muro cuando hay la necesidad de permitir el paso de luz al interior del espacio y disponer de un control térmico en él, vinculándose la evolución del uso del vidrio en la envolvente con la evolución de las aberturas en los muros.

Estética e históricamente puede dividirse en dos categorías a las aberturas en el muro: el hueco o tipo de ventana característico de vanos en el muro de carga primitivo y el tipo de ventana limitado por el sistema estructural de pies derechos y dinteles del contemporáneo muro cortina. Dentro de ambos tipos de ventana, una extensa serie de complejas variaciones en su diseño se han ofrecido al correr del tiempo ^{Beckett}. En la evolución de las aberturas han influido aspectos como el clima, los métodos de construcción y los materiales disponibles; sin embargo, también las costumbres sociales, la moda, las tendencias artísticas y prácticas tradicionales han sido determinantes ^{Beckett}.

Remontándonos primero a la arquitectura de los templos del antiguo Egipto vemos que las ventanas con sentido arquitectónico son raras en los muros que aún subsisten, que se reducen a lumbreras. Para dichos edificios, la exclusión de la luz solar era vital por la necesidad de mantener frescos los interiores y por razones religiosas y de ceremonial. La luz diurna, exigida en las grandes salas se recibía a través de brechas en la cubierta o de rejas de piedra en lucernarios formados entre las columnatas como en Karnak ^{Beckett} y los efectos de cámara oscura, como en el templo de Ptah, sugieren que se tenía idea de la manera en que la iluminación baja podía explotarse para ciertos efectos dramáticos en el interior del edificio ^{Beckett}.

Hay evidencia de que en Asiria y Babilonia, las ventanas eran tan raras en los palacios de los reyes guerreros como en los templos egipcios y esto por las mismas razones que en los levantados en el valle del Nilo, la luz era admitida probablemente a través de orificios tubulares en los muros y en las bóvedas ^{Beckett}.

Por ubicación geográfica, en Egipto y zonas aledañas no constituía un problema el iluminar en forma natural el interior de las grandes edificaciones, dada la luminosidad característica del cielo en esas regiones. La intensa luz solar, aliada con las resplandecientes superficies de la piedra, hacía que bastase con practicar en los paramentos unos cuantos huecos de reducidas proporciones para alcanzar dentro niveles de iluminación aceptables, por lo que era innecesario lograr la estanqueidad térmica del edificio, lo que explica que el vidrio, conocido por los egipcios no fuese empleado en acristalar, estando su uso reservado a la fabricación de joyas y pequeños recipientes como botellas y jarras ^{Foster}.

En la Grecia clásica, las ventanas para edificios oficiales eran tan pequeñas como las de Egipto, pero las fachadas de los templos ciegos se animaban con la alternancia del claroscuro de las columnas exentas. Donde se requería luz diurna, se recibía a través de las puertas y tal vez complementada por la filtrada a través de losas translúcidas de mármol en la cubierta. En el período helénico las casas griegas eran de tipo introvertido, con un compluvium o patio interior, el cual proporcionaba iluminación y aire a las habitaciones de alrededor, lo que además permitía mantener privacidad frente al mundo exterior ^{Beckett}.

A diferencia de Grecia, en la Ciudad de Roma las ventanas de las casas daban directamente a la calle y el uso de láminas de vidrio que los Romanos colocaban en marcos o en tubos huecos para cubrir las aberturas en muros, ampliaba el uso que se tenía de otros materiales translúcidos para el mismo fin como la mica ^{Rodríguez, Mc Grath}, placas delgadas de mármol ^{Foster, Mc Grath} y conchas ^{Mc Grath}.

Se cree que para la fabricación de las láminas de vidrio romanas se utilizó un primitivo proceso de fundición y la masa fundida se colocaba sobre una superficie plana y se estiraba con pinzas o tenazas

Rodríguez, Mc Grath, existiendo aún parte de esos vidrios y marcas en ellos Foster, Rodríguez, Mc Grath, siendo ambas superficies desiguales, una más lisa que la otra y la más lisa, ondulada Gloag.

Los ingenieros romanos le encontraron aplicación al vidrio en las termas, donde, debido a su relativa transparencia, resolvía ventajosamente el problema de la iluminación natural, sin que se produjesen pérdidas de calor importantes Foster. (Figs. 1.19 y 1.20)

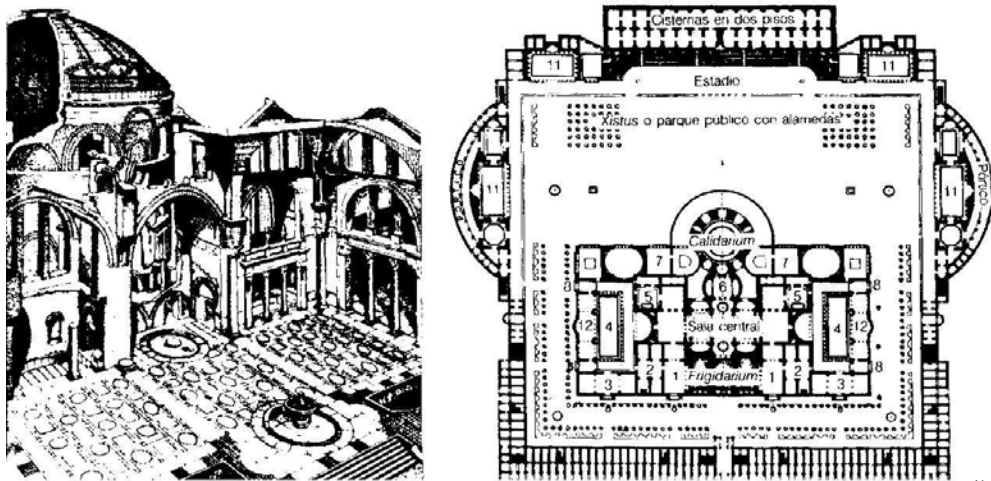


Fig. 1.19 y 1.20 Reconstrucción y planimetría de las termas de Caracalla, Roma según Viollet Le Duc Navale

A pesar del uso de placas de vidrio en las aberturas de muros de algunas edificaciones, el acristalamiento era un recurso atípico en Roma, dada la suavidad del clima que permitía dejar desprotegidos los huecos al exterior, incluso en edificios de gran importancia, como ocurre en el Panteón. El cerramiento de los huecos solía hacerse eventualmente mediante cortinas, pieles de animales o papeles encerados, y, cuando se buscaba una solución permanente, se empleaban celosías de madera o placas de mármol translúcido Foster.

El mayor uso del vidrio romano era factible por diferencias climáticas en edificaciones más al norte del litoral mediterráneo, lo que era viable dada la extensión del Imperio Romano que hacia el norte llegaba cerca de Escocia, aproximadamente a 60°N, por lo que las láminas de vidrio se fueron popularizando gradualmente como material constructivo.

En la Galia Romana, fué Lyon el centro de la industria del vidrio Gloag. En España también se introdujo su fabricación Salvat, así como en la Britania Romana, en la que han sido descubiertas las ruinas de una fábrica de vidrio cerca de Warrington en el Lancashire Gloag, describiendo Thomas May en *Warrington Roman Remains*, un molde para la colada del vidrio: “Una gran piedra (60 x 50 cm x 15 cm de grueso) con un hueco rectangular (30 x 20 cm y 5 cm de profundidad) en una cara y un testero abiselado para permitir la apertura.” En Wilderspool se han descubierto ocho o más hornos dobles de fundir y

recalentar vidrio. L.M. Angus-Butterworth, presidente de la Ancient Monuments Society, en su tesis sobre “El Desarrollo de la Industria de vidrio en el Lancashire” expone lo siguiente “entre las cosas que hacen patente la evidencia de la fabricación romana de vidrio en Wilderspool tenemos el hallazgo de escorias de vidrio, mezcladas con colores verde azul y blanco, y parte de un crisol de material de color de ante; vasijas de vidrio con diversos matices en número superior a una gruesa, cuentas de vidrio y varillas retorcidas, así como vidrios de ventanas, ásperos por una cara y pulidos a fuego por la otra
Gloag

Existen dos etapas en la fabricación del vidrio romano: la primera, en el primero y segundo siglo de nuestra era, en la que las placas tenían un espesor de 3 a 6 mm y coloraciones azuladas, verdes o cafés y la segunda, en el tercero y cuarto siglo, en la que el vidrio se había aclarado a una tonalidad verde agua ^{Mc Grath}, por lo que se cree que las ventanas eran estrechas y la luz al pasar por el vidrio debía ser fría, con matiz verdoso o azulado. El mayor vidrio romano conocido mide 3 pies, 8 pulgadas por 2 pies, 8 pulgadas (91.63 cm por 61.15 cm) y usado en los baños públicos de Pompeya ^{Mc Grath}.

Ante la caída del Imperio Romano Occidental en el siglo V de nuestra era, la fabricación y uso del vidrio decayó también. En Inglaterra, en los siglos V y VI la arquitectura, las artes y los oficios se eclipsaron, la edificación doméstica retrocedió a un nivel primitivo: chozas de zarzas y barro, cobertizos y torres cuadradas de madera en las fortificaciones representaban la realización sajona de la vivienda. Las ventanas eran agujeros para dar salida al humo, a menos que sus hojas de madera se cerraran para proteger de la lluvia, la nieve o el viento. La fabricación del vidrio era un arte perdido
Gloag. (Fig. 1.21)

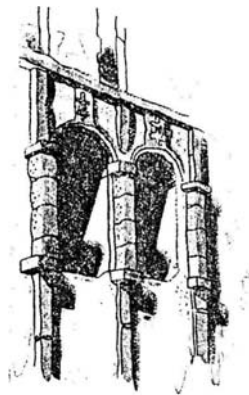


Fig 1.21. Ventana sajona de Earls Barton ^{Gloag}.

1.3. El vidrio plano en las edificaciones religiosas de la Edad Media

Dos tipos de vidrio plano, diferentes al romano se tenían disponibles en la edad media, conocidos como vidrio de Lorena y vidrio Normando, utilizados principalmente en edificaciones religiosas.

Según Roger de Helmershausen, monje alemán del siglo XII, que bajo el seudónimo de Theophylus^{Mc Grath}, informa en sus escritos que el vidrio de Lorena se obtenía de cilindros sopladados que se abrían, se recalentaban y se aplanaban, formando hojas rectangulares, también conocidas como “hojas de vidrio” o “vidrio alemán”; en cambio, el vidrio Normando se cortaba de discos y se le considera el antecesor del vidrio soplado “crown glass”. El vidrio de Lorena tenía un tamaño mayor al Normando, pero con calidad inferior y se usó hasta finales del siglo XVII.

El método de producción del vidrio soplado llamado “crown glass”, tuvo su origen posiblemente en Normandía según Theophylus, fabricado después en Inglaterra y de ahí al resto de Europa^{Mc Grath}. El “crown glass” inicia su proceso al soplarse a través de una caña en una pequeña porción de masa vítrea fundida, con la que se forma una esfera, y se sustituye la caña por una barra de hierro o puntel, y recalentándose el material se hace girar velozmente el puntel, de modo que la fuerza centrífuga produzca un aplastamiento de la esfera hasta tener un disco de aproximadamente metro y medio de diámetro, de superficies brillantes, tersas y lisas, ya que el vidrio no ha estado en contacto con otro material en su fabricación, por lo que la calidad se consideraba buena, con el inconveniente del limitado tamaño de las piezas, que después del despiece eran pequeñas. Este método se mantuvo vigente hasta el siglo XIX^{Foster}. (Fig. 1.22)

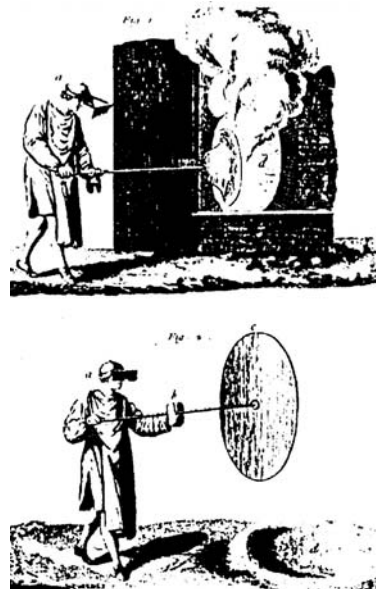


Fig. 1.22 Fabricación de vidrio “crown glass”, 1800^{Mc Grath}

1.3.1. El vidrio en las Iglesias Bizantinas.

El empleo perfeccionado del arco, bóveda y cúpula romanos caracterizan a la Arquitectura Bizantina y el vidrio inicia su uso en estas edificaciones religiosas. Los grandes espacios interiores de San Apolinar, en Ravenna (Fig. 1.23) y Santa Sofía, en Constantinopla (532-537) (Fig. 1.24) se desarrollan entre inmensos muros recubiertos en su interior con mármoles de distintas clases y mosaicos de vidrio, que representan escenas destinadas a instruir a los fieles en los dogmas religiosos^{Foster}. En el oscuro interior de los templos bizantinos, las superficies reflejan la luz que ingresa por los lucernarios de la cúpula a través de vidrio, tanto soplado como vaciado, o la mezcla de una delgada placa de mármol translúcido con vidrio, como en Santa Sofía^{Beckett}, creándose una atmósfera resplandeciente en un ambiente interior en penumbra.

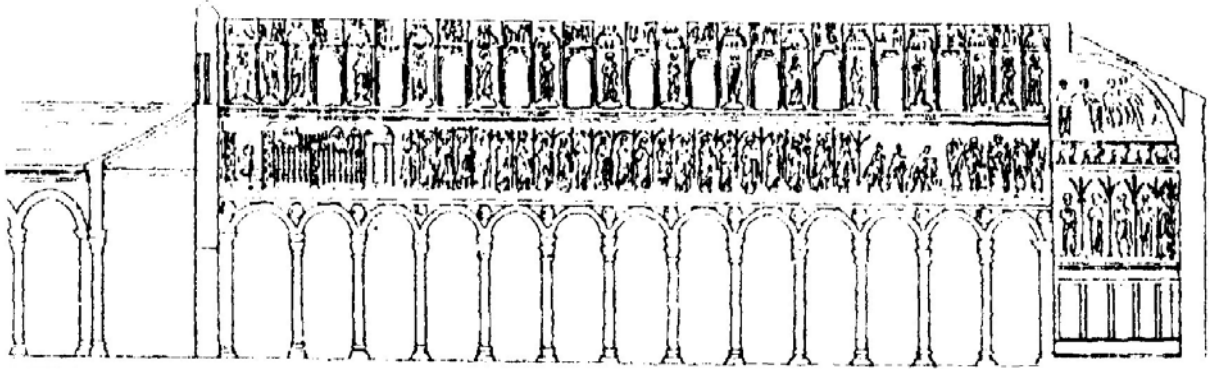


Fig. 1.23 Mosaicos de vidrio en San Apolinar, Ravenna.

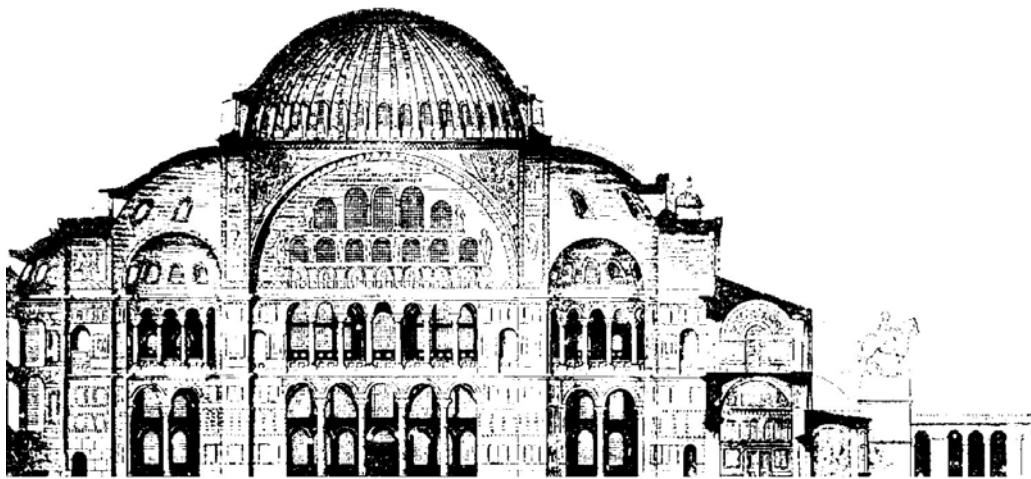


Fig. 1.24 Basílica de Santa Sofía, Constantinopla. (corte)^{Pothorn}.

La reintroducción del vidrio en Inglaterra, en el siglo VIII sólo tuvo efecto en la edificación religiosa como las abadías y los prioratos que durante los siglos XI y XII pudieron tener vidriadas sus pequeñas ventanas con material importado de Francia, por lo que el vidrio comenzó a desempeñar un papel significativo en los edificios religiosos^{Gloag}, principiando la técnica de las vidrierías posiblemente con el uso de pequeñas y delgadas placas de vidrio enmarcadas con tiras de plomo (Fig. 1.25).

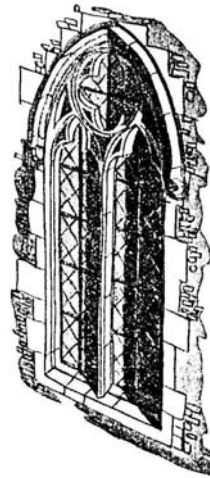


Fig. 1. 25. Ventana con trozos de vidrio ensamblados con plomo ^{Gloag}.

La ventana doméstica continuaba siendo una abertura en la pared. La palabra inglesa “window” deriva del antiguo noruego “vindauga”, que significa “ojo de viento”, en inglés “wind-eye” y durante siglos se le llamó así o wind-hole; sus proporciones eran determinadas por la necesidad de protección, por lo que eran estrechas, a bastante altura y protegidas por hojas de madera ^{Gloag}, conocidas también como ventana ciega ^{Rodríguez}.

1.3.2. El vidrio de color en las Iglesias Góticas

En las Iglesias Románicas, tras la caída del Imperio Romano, las ventanas todavía carecen de importancia en las fachadas de los edificios religiosos y las que existían, en ocasiones presentaban una división central vertical, llamada mainel o parteluz, llamándosele ajimez a esta ventana y que podría ser antecedente de la tracería gótica ^{Beckett} (Fig. 1.25).

La tendencia religiosa estaba centrada más en ornamentación que en un equilibrio entre los huecos y macizos de la envolvente, ésto como herencia de la arquitectura del Imperio del Oriente, por ejemplo, las ventanas estrechas de medio punto, o la circular colocada en el centro del hostial que daba al occidente en las catedrales medievales, llamada oculus ^{Beckett}.

El desarrollo del vidrio coloreado y pintado ejerció una considerable influencia en la ornamentación de iglesias ^{Gloag} y a las ventanas se les asignó una misión, similar a la de los mosaicos y pinturas en las Iglesias Bizantinas, la de comunicar los misterios y dogmas a los fieles, quienes generalmente eran iletrados ^{Gloag}.

Los vitrales góticos fueron posibles porque los muros dejaron de ser elementos sustentantes, ya que las bóvedas y los contrafuertes eran los encargados de transmitir las cargas de la cubierta permitiendo con ello un alargamiento vertical, principalmente en las iglesias góticas de Alemania, Inglaterra (Fig.1.26), países Escandinavos y España. En Italia el estilo Gótico tiene una proporción menos alargada, más próxima al triángulo equilátero, más apegada a la tradición clásica^{Navale}.

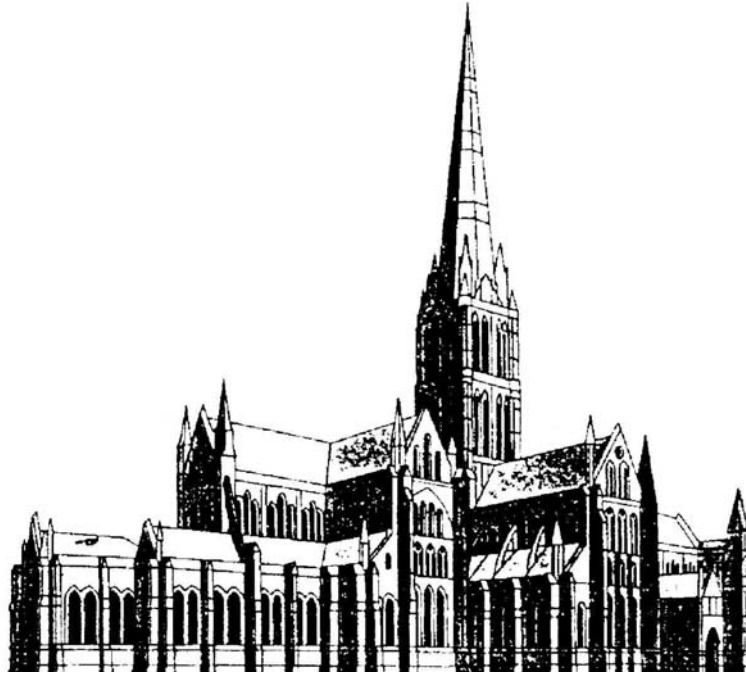


Fig. 1.26 Catedral de Salisbury, Inglaterra(1220-1266)^{Müller}.

Al dejar de ser los muros elementos sustentantes, son sustituidos por la vidriería translúcida y polícroma de los vitrales de las iglesias góticas, en las que los huecos dominan sobre los macizos
Foster

Según Christian Barman, en su obra Architecture, la ventana medieval fue creada para predicar y expresar la verdad eterna, con una voz que ahoga a todos los sonidos de la naturaleza y de la sociedad. Su función es la de mostrar las cosas de forma que se vean y que nunca se olviden y a esta función se subordina toda la basílica^{Gloag} (Fig. 1.27).

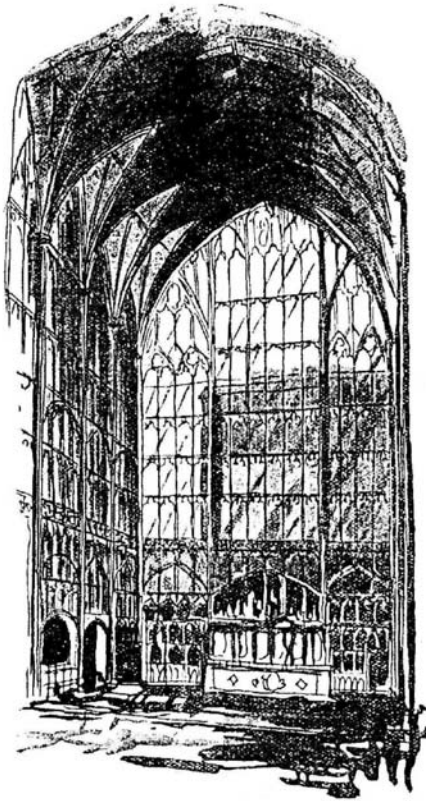


Fig. 1.27. La gran ventana oriental de la Catedral de Gloucester, Inglaterra ^{Gloag}

El vidrio utilizado en las iglesias góticas fué principalmente “crown-glass” así como el plano, a partir de la ampolla del soplado y debido a su alto precio continuó siendo de uso casi exclusivo en las edificaciones religiosas. Al principio del Gótico el vidrio de color era grueso, sustituido después por otro más delgado, translúcido y de color menos intenso, siendo incoloro en el Gótico tardío ^{Beckett}.

1.4. El vidrio plano en las edificaciones civiles.

En esta sección se muestra cómo después de la evolución de la envolvente de las edificaciones religiosas -con el vidrio como elemento para cubrir las grandes aberturas en los muros-, se inicia la evolución de la envolvente en las edificaciones civiles y por el mismo motivo, primero en el Renacimiento, con un fuerte impulso a partir de la Revolución Industrial, y por avances en la tecnología en el Siglo XX.

1.4.1. El Renacimiento y el incremento de la superficie acristalada en la envolvente.

Durante la Edad Media el número de ciudades aumentó de forma impresionante: en Francia se fundaron entre el año 1220 y el 1350 alrededor de 300 y se estima que a lo largo de cuatro siglos (1000-1400) se fundaron en Alemania 2,500 ciudades. La población aumentó también e incluso llegó a duplicarse, en Francia, Inglaterra e Italia ^{Schoenauer}.

La Peste Negra, epidemia que atacó Europa durante el siglo XIV tuvo efectos catastróficos, ya que no sólo frenó el crecimiento demográfico, sino que produjo la muerte de un tercio de la población total, afectando a todas las clases sociales. Los ciudadanos repudiaron al gobierno democrático y clerical y gradualmente numerosas instituciones medievales se desmoronaron, incluso la Iglesia Universal que vendía indulgencias ^{Shoenauer}.

Para el siglo XIV, el sistema defensivo medieval era obsoleto. El uso de la pólvora como explosivo tuvo tal desarrollo, que las murallas defensivas medievales se convirtieron en elementos inútiles (Fig.1.28).

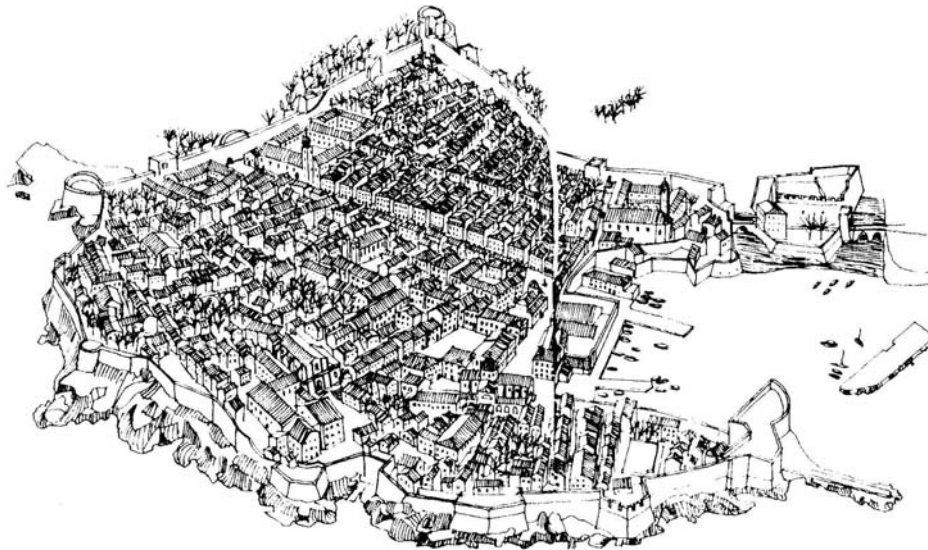


Fig. 1.28. Ragusa, hoy Dubronik. siglo. XII ^{Shoenauer}

Durante el siglo XV se produjo un resurgimiento de las influencias clásicas en las artes y la literatura, además de un fermento intelectual que dio origen a los comienzos de la ciencia moderna ^{Shoenauer} y a este movimiento posteriormente se le denominó renacentista. Uno de los intereses que lo impulsaron era el Humanismo, que se caracterizó por centrar tendencias intelectuales y filosóficas en el hombre, en su estudio y desarrollo ^{Navale}. Italia volvió a constituirse en guía cultural de Europa, al convertirse en el principal refugio de los eruditos greco-bizantinos, aún antes de la caída de Constantinopla en 1453.

Los artistas del Renacimiento reconsideraron el arte de la Antigüedad y la revitalización de los antiguos principios dió lugar a una arquitectura opuesta al Gótico, con cuerpos claramente conformados, valores de superficie y articulaciones que imitan lo antiguo^{Müller}.

En el período renacentista no se construyeron muchas poblaciones nuevas, pero sí comenzaron las actividades de reconstrucción y extensión de las ya existentes y los principios de planificación consideraban: 1° amplias avenidas y calles rectas con vistas, 2° la trama urbana en forma de tablero de ajedrez, típica de las ciudades antiguas y 3° el frecuente uso de plazas o grupos de estas últimas, no meramente como lugares monumentales, mercados o de tráfico específico, sino también con un carácter doméstico o residencial^{Shoenauer}.

Los edificios civiles presentaron un gran avance con respecto a los religiosos^{Navale}. Los castillos medievales se transforman en edificaciones de carácter estratégico-militar o en palacios^{Rodríguez}, ya que los príncipes de la época, mecenas y cultores de la investigación artística crean moradas fastuosas^{Navale}, y las diferentes clases de ciudadanos comenzaron a organizarse: las familias de la clase media se instalaron detrás de las fachadas, que colectivamente semejaban palacios reales; si una persona no podía afrontar económicamente la vida de un palacio, lo mejor era vivir en un sector de casas en hilera que pareciera un palacio. El individualismo medieval expresado en las pintorescas viviendas con cubierta a dos aguas se convirtió en casa del pasado^{Shoenauer}.

Asimismo, surge la necesidad de confort en el interior de las edificaciones: mayor iluminación natural, control térmico, baños, comunicación visual a terrazas y jardines y es en la solución a esta necesidad donde surge la ventana doble, la antigua ventana ciega acompañada de la ventana con vidrio^{Rodríguez}, que permite tanto la iluminación natural como el control térmico y es símbolo de status, asociado a mejor confort en el interior.

Al despertar el interés por las formas clásicas, hubo un retorno al concepto de muro de carga, pero un muro animado por elementos decorativos como las ventanas, cuya escala y organización se fundaran en las leyes de la razón humana^{Beckett}, esto, en contraste directo con el estilo gótico.

En Inglaterra, el desarrollo de la ventana doméstica fue fomentada por el suministro de vidrio, pero la transparencia dejaba bastante que desear, además de que se producía en piezas de pequeño formato, haciendo necesario el empleo de entramado de plomo o elementos divisorios de madera, que reducían el paso de luz, por lo que era común soluciones como el abocinar las jambas y los marcos de madera para facilitar la captación de luz o el diseño de miradores o cuerpos volados^{Foster}(Fig. 1.29).

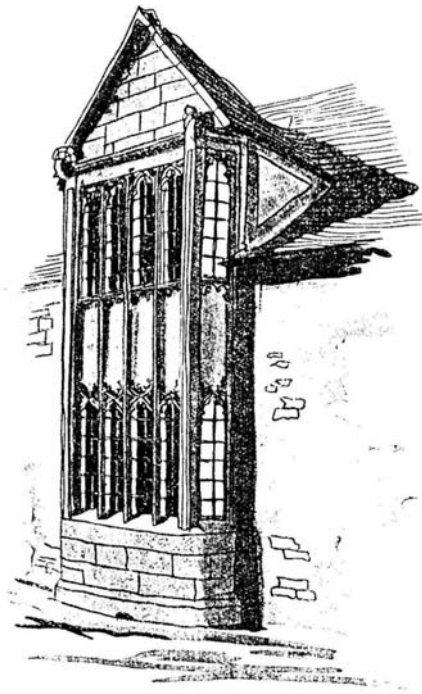


Fig. 1.29. Mirador abarcando dos pisos de la casa de Sir. William Grevel en Chipping C. Finales del siglo XIV. ^{Mc Grath}

El perfeccionamiento de las técnicas de fabricación masiva de vidrio plano, con una mayor transparencia permitió el disfrute de vistas al exterior, así como el de una mayor iluminación al interior del espacio habitable, que era más necesaria en el Norte de Europa que en el Sur, debido a la mayor latitud, e indujo a la corrección de la altura del alféizar, rebajándola ^{Foster}, por lo que la disciplina purista propuesta por el Renacimiento admitiría adaptaciones a las condiciones particulares en las diferentes regiones.

La proporción del hueco de la ventana en relación con el macizo aumentaría progresivamente hasta minimizar la presencia de este último ^{Foster}, las ventanas empezaron a “comerse” a las paredes, tanto de las casas rurales como las de los palacios, lo mismo que antes habían hecho con los muros de las iglesias. Los parteluces de madera o de piedra se adelgazaron, la técnica de vidriería se perfeccionó, el emplomado de las vidrierías formaba un dibujo geométrico regular de pequeños rombos, en ocasiones animado con vidrio de color, escudos o emblemas heráldicos ^{Gloag} (Fig. 1.30).

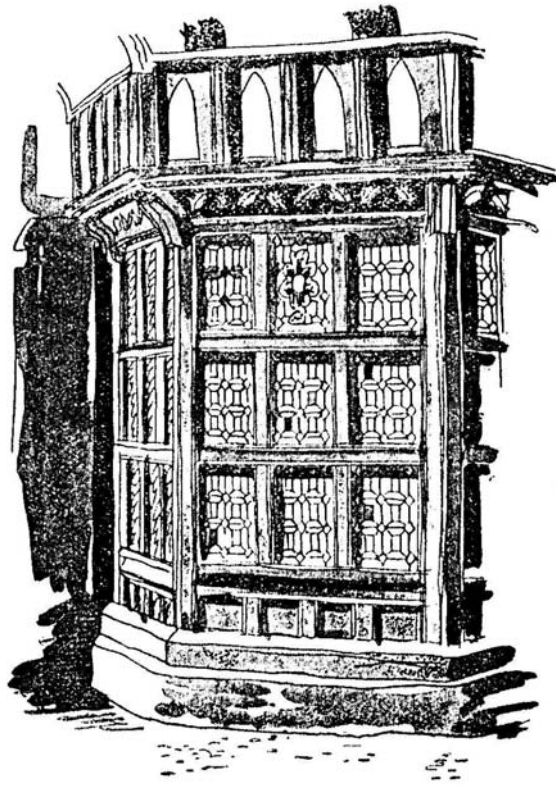


Fig. 1.30 Ejemplo de vidrieras con motivos heráldicos de mediados del siglo XVI (1559) en un mirador del Moreton Hall de Congleton, Cheshire.^{Gloag}

Con el perfeccionamiento de la fabricación de vidrio de ventanas aumentaron los formatos y en los comienzos del siglo XVII apareció otro modelo de ventana, con bastidores rectangulares dobles, uno encima de otro, antecedente de un tipo de ventana que llegó a ser el más corriente en la edificación un siglo después. Esta ventana de dos bastidores llevaba suspensión para la apertura de las hojas, permitiendo una rudimentaria ventilación y regulación de la temperatura de la habitación, antecedente de la ventana de guillotina.

A fines del siglo XVII, en Inglaterra aparece la ventana de guillotina, en sustitución de la ventana con hojas colgadas de goznes en la piedra^{Gloag}, aunque se considera que era ya conocida desde el siglo XVI y probablemente originaria de Holanda^{Mc Grath} (Fig. 1.31).

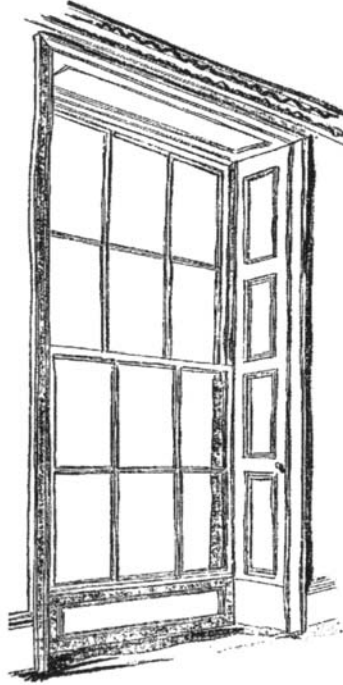


Fig. 1.31. Ventana de guillotina, fines del siglo XVII ^{Gloag}

En Inglaterra, en 1697 se establece un impuesto a las ventanas de 5 libras esterlinas por año a las casas que tuvieran más de seis. Este impuesto frenó el número de ellas, pero no su diseño, ya que se refería al número, no a su superficie, por lo que las ventanas de la planta baja se hicieron altas, comprendiendo desde el zócalo hasta la cornisa. Los miradores volvieron a popularizarse y abarcaron dos y hasta tres pisos ^{Gloag}.

En el siglo XVII, Bernard Perrot inventa un método para fabricar vidrio plano vertiendo la masa vítrea fundida en un molde, que después es desarrollado por Louis Lucas de Nehou en Francia, entre 1688 y 1702 ^{Mc Grath} (Fig. 1.32).

A partir del invento de Perrot⁵⁶ los franceses lograron fabricar planchas de vidrio vertiendo la masa fundida en grandes mesas metálicas, que aplanaban con un rodillo, obteniendo vidrio de gran tamaño, aunque el acabado de las superficies era burdo y

requería esmerilado y pulido final con arena y agua ^{Foster}, lo que incrementaba su costo (Fig.1.33).

En Inglaterra, a partir de fines del siglo XVII, el vidrio en formato grande estuvo disponible, pero por el alto costo se utilizaba generalmente en espejos y ventanillas de carruajes particulares. En 1773 la British Cast Plate Glass Company estableció en Ravenhead la producción de vidrio plano en grandes planchas con la técnica francesa ^{Mc Grath}.

En las edificaciones el uso del vidrio “crown glass” fue preferido al de las grandes planchas, ya que era

considerado de buena calidad, tanto por su acabado como en permitir el paso de luz.



Fig. 1.32 El primer método de fabricación de vidrio plano como fluido en movimiento 1688-1702 ^{McGrath}.

El desarrollo de la manufactura del vidrio, a formato mayor hizo innecesario el uso de las baquetillas o molduras en las ventanas, pues cada ventana podía cubrirse con sólo un cristal; sin embargo, los arquitectos victorianos las siguieron considerando por norma y a fines del siglo XVIII las ventanas se diseñaban de acuerdo a las antiguas proporciones clásicas de las ventanas del renacimiento⁵⁷, movimiento conocido como Neoclásico, surgido como reacción al Barroco y que duraría hasta el siglo XIX ^{Müller}.

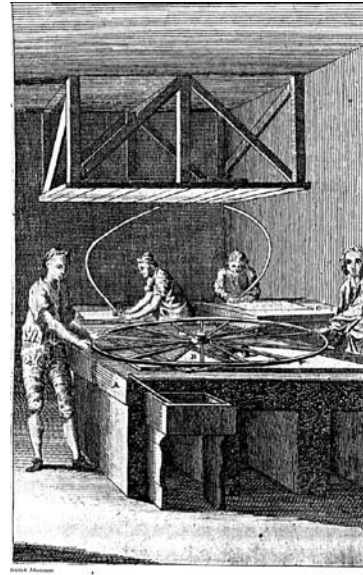


Fig. 1.33 Pulido de vidrio plano 1688-1702 ^{McGrath}

1.4.2. La Revolución Industrial y el inicio del uso extensivo de vidrio plano en la envolvente.

En el siglo XIX, entran en uso innovadores materiales de construcción. El ladrillo y la piedra son sustituidos por el hierro y el concreto armado. Las primeras obras, realizadas con los nuevos materiales conservan las formas tradicionales: las columnas de hierro colado son estriadas y rematan en capiteles ^{Navale}, con función decorativa.

Hacia el año de 1825, el auge de la producción industrial, aunado a las reformas agrarias y sociales hicieron que el Reino Unido viviese antes que otro país una espectacular situación de prosperidad, con lo que se produjo un aparatoso aumento demográfico, concentrado en torno a los nuevos

centros fabriles. La necesidad de alojamiento masivo, así como la expansión del ferrocarril indujo a una frenética actividad constructora que repercutiría en la demanda de vidrio para acristalar ^{Foster}, demanda intensificada además por otros factores como las reformas sanitarias, que declararon que las ventanas en la vivienda eran sinónimo de salud, motivo por el que se elimina en la década de 1840 el impuesto que gravaba al vidrio, lo que reduce su costo a la mitad y en la siguiente década se suprime el impuesto que gravaba a las ventanas; además, por sustitución energética de combustible en los procesos de producción, disminuye aún más el costo del vidrio, haciéndolo accesible a todos, con lo que deja de ser considerado artículo de lujo o símbolo de status ^{Foster}.

Junto a la manufactura del hierro aumenta la producción de vidrio tanto en cantidad como en el tamaño de las láminas. Hierro y vidrio se complementaron de manera ideal constituyendo construcciones ligeras y diáfanas. En el siglo XIX se configura una nueva arquitectura de hierro y vidrio en los nuevos tipos de naves utilizados para estaciones de ferrocarril, mercados, exposiciones, grandes almacenes y galerías comerciales, alcanzando su punto más alto en los edificios para las Exposiciones Universales ^{Müller}.

En el siglo XIX, el vidrio “crown glass” tenía más calidad que los vidrios de grandes planchas y el de Lorena, y era por eso preferido para las ventanas de las mejores casas en Inglaterra, y es en este ambiente en el que surge el sucesor del “crown glass”, el vidrio cilindrado ^{Mc Grath}, proceso introducido a Inglaterra en 1832 por Robert Lucas Chance, quien en 1851 proporcionó aproximadamente un millón de pies cuadrados para el Crystal Palace de J. Paxton. El proceso del cilindrado en su inicio es similar al del “crown glass”, formándose un cilindro de vidrio, en lugar de la esfera, de aproximadamente 10 pies de profundidad, con un diámetro menor que su profundidad, el que es abierto y aplanado después de ser recalentado. El inconveniente de este proceso era su limitado tamaño en las hojas, y utilizado hasta el año de 1930.

El Palacio de Cristal de Londres, edificado por Joseph Paxton en 1851 ^{Foster, Müller}, para la Gran Exhibición en Londres, era una construcción-esqueleto, montada a base de pocos elementos prefabricados en grandes series. Los exactos retículos de la planta y el alzado forman un sistema tridimensional de coordenadas con numerosos puntos de construcción iguales. Su precisión corresponde a las normas de construcción de máquinas y posibilita el rápido acabado de edificaciones como las fábricas, con desmontaje y montaje posterior en otro lugar, resolviendo en 1851 los problemas típicos de la moderna edificación en serie, la organización racional del solar y la variable distribución del edificio para programas cambiantes

El esquema construcción-esqueleto del Palacio de Cristal se aproxima también al esquema del edificio industrial y al almacén, ya que debido a su función, se requiere de ventanas en las fachadas, logradas a

través de la transparencia de los esqueletos de hierro fundido en columnas, como la Fábrica de chocolates Menier, considerada como la primera construcción-esqueleto férrea en su totalidad, así como también los Almacenes Liverpool^{Müller} (Fig. 1.34).

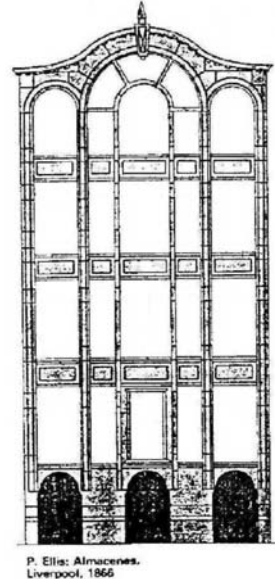


Fig. 1.34 Almacenes Liverpool, 1866^{Müller}

El efecto invernadero (al utilizarse el vidrio en la envolvente), había sido aprovechado en cultivos desde el siglo XVII y se retomó en el siglo XIX para crear ambientes en los que era posible convivir socialmente bajo grandes espacios construidos con estructura de hierro y cubiertos totalmente con vidrio, conocidos como Jardines de Invierno^{Foster} (Fig. 1.35).

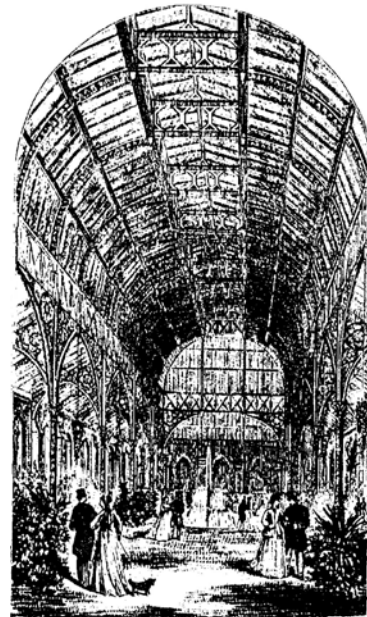


Fig. 1.35 Jardines de Invierno –interior-- (1866)^{Mc Grath}.

Edificaciones como El Palacio de Cristal de Londres señalaron con su estructura técnica y racional una transición en la arquitectura, ya que Paxton anticipa los métodos de la nueva tecnología, al analizar y resolver una nueva arquitectura estructural que se impone lentamente al historicismo^{Müller} y es ése el principio con el que se construyeron los Jardines de Invierno, las Estaciones de Ferrocarril, los Pabellones de Exposiciones y los Museos (Fig. 1.36)^{Foster}.

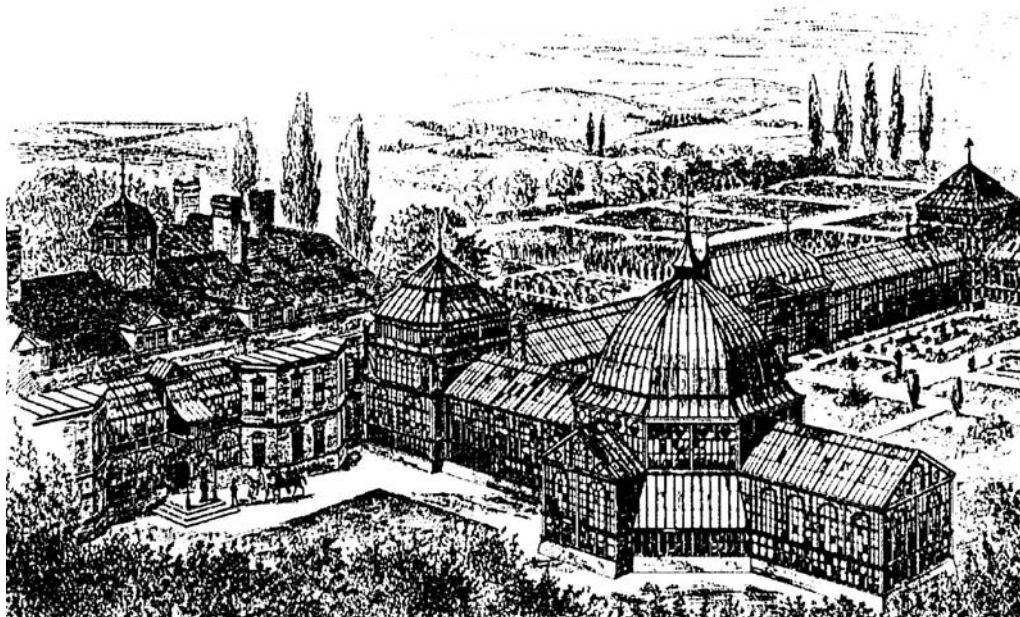


Fig. 1.36 Jardines de Invierno –exterior- (1880) ^{Mc Grath}

La construcción estructural trata de conseguir la expresión artística por la unidad del material, la construcción y la forma, lo que deja poco lugar a reflexiones artísticas. La forma debe poner de manifiesto lo esencial sin ningún efecto decorativo, como Sullivan la definió en 1896: “la forma sigue siempre a la función, y ésta es la ley” ^{Müller}, esto es: la función determina la forma.

1.4.3. Siglo XX, uso extensivo e intensivo de vidrio plano en lámina continua.

En el siglo XIX se logró una comunicación visual con el exterior, a través de estructuras-esqueleto como los palacios de cristal, pero esta integración entre el espacio interior y el exterior se puede considerar reducida en cuanto al parámetro tiempo, porque la función del lugar era sólo para estancias eventuales y cortas en duración.

En el siglo XX se tienen muestras de edificios construidos que en su envolvente cuentan con un porcentaje importante de vidrio, por ejemplo el Carson en Chicago, de Sullivan, de 1904; el Hallidie en San Francisco, de Willis, de 1918 y la Boots Factory en Nottingham, de Owen, de 1932, los cuales, a pesar de que contaban con una significativa área de vidrio en su envolvente

eran visibles elementos no translúcidos en la misma.

En 1919 Mies Van der Rohe haría la sugerencia del uso del vidrio como tratamiento general de las fachadas en el proyecto presentado para la construcción de un edificio de oficinas en Berlín, que consistía en una torre, completamente

revestida de vidrio y cuya continuidad no se veía interrumpida por elementos estructurales ^{Risebero} (Fig. 1.37). Mies van der Rohe mostró la propuesta de una “casa sin muros” en el Pabellón Alemán de la Exposición Universal en Barcelona en el año de 1929; y en la construcción de su casa Farnsworth, en 1950 utilizó grandes láminas de vidrio claro para el cerramiento ^{Foster}.

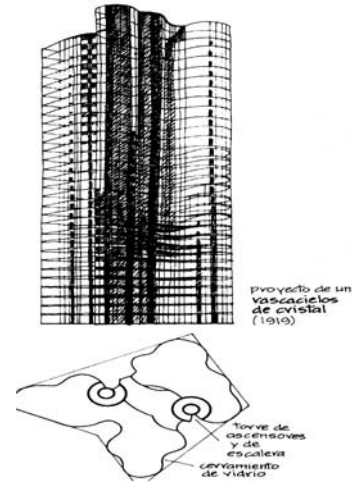


Fig. 1.37 Proyecto de un rascacielos de cristal en 1919, de Mies van der Rohe ^{Risebero}

Desde principios del siglo XX, el Arq. Frank Lloyd Wright ya buscaba la integración del espacio interior con el exterior, al proponer la construcción de casas -como en la Arquitectura Japonesa-, a través de envolventes transparentes ^{Foster}. Esta propuesta contemplaba la posibilidad del uso del vidrio en edificaciones en las que la permanencia en ellas es mayor en tiempo que en las del siglo XIX, al ser espacios laborales o habitacionales (Fig. 1.38).

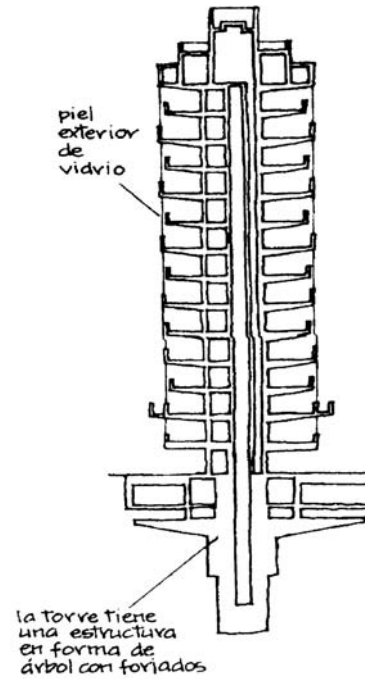


Fig.1.38 Edificación para la Johnson Wax en Racine, 1938, obra de Wright ^{Risebero}.

En 1922 el Arq. Le Corbusier presentó el proyecto de una ciudad contemporánea para tres millones de habitantes, donde las altas edificaciones mostraban muro-cortina de cristal ^{Jencks} (Fig.1.39).

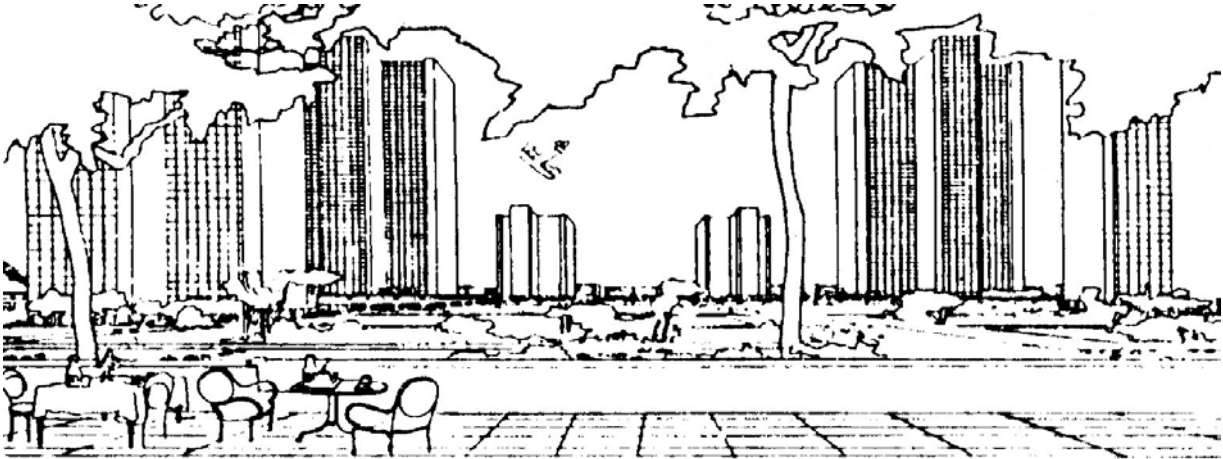


Fig. 1.39 Le Corbusier. Ciudad contemporánea para tres millones de habitantes.

El vidrio estaba integrándose a las edificaciones en las que la humanidad permanece en forma cotidiana y la propuesta era lógica, ya que es en este siglo cuando el vidrio llega a ser más barato que en épocas anteriores, con mejor calidad, y de mayor tamaño, representando una solución práctica y económica a muchas edificaciones, además de la posibilidad de convertirse en símbolo de modernidad y progreso.

Para que los proyectos de edificios con muro-cortina de los Arquitectos Lloyd Wright, Mies Van der Rohe y Le Corbusier fuesen una realidad habrían de pasar más de cincuenta años, ya que era necesario resolver antes dificultades técnicas en la construcción como el ocultamiento de la estructura, el soporte de las grandes láminas de vidrio para que la estructura portante no fuera en sí una estructura secundaria visible y dar solución a las uniones para el logro de la estanqueidad.

En el siglo XX la evolución del vidrio para envoltente se aceleró tanto en los procesos de producción como en su uso, lográndose desde principios de siglo que las láminas se fabricaran en forma continua y de tamaño relativamente grande. A mediados del siglo se contaba con una mejoría en la calidad, por mejoría en el pulido, así como formatos mayores, de diferentes espesores y a precios reducidos. A partir de la segunda mitad de este siglo se inició la producción de vidrios con diferentes objetivos, que es la etapa en la que nos encontramos y cuya diversidad ya es considerable.

En la evolución de la producción han participado diferentes procesos: el primero de ellos, el desarrollado por Fourcault en Bélgica, patentado en 1904 y que iniciara su fabricación comercial a partir de 1913 ^{Mc Grath}. En este proceso se jala la lámina de la masa fundida 40 pies hacia arriba (12 m.), dependiendo el espesor del vidrio de la temperatura y de la velocidad de la masa y el ancho obtenido en las piezas era de 75 a 90 pulgadas (1.8 a 2.2m) ^{Mc Grath}.

El proceso Colburn ó Libbey-Owens, patentado en 1905, casi en forma simultánea al Fourcault difiere de éste en que el ancho de la lámina lo determina el ancho de los rodillos por donde pasa la masa viscosa y en que el jalado de la masa es primero en sentido vertical y después horizontal, así como que el vidrio carece de la brillantez del obtenido en el proceso anterior^{Mc Grath}.

El proceso Pittsburg mejoró en parte a los procesos Fourcault y Colburn, jalando la lámina directamente de la masa fundida en sentido vertical, con enfriamiento controlado por aire, pero presentaba una distorsión en la visión a través de él^{Mc Grath}.

Después de la primera guerra mundial, numerosos procesos se introdujeron, el primero fué el Bicheroux, que hace pasar la masa fundida entre dos rodillos, formándose una lámina continua y circulando ésta sobre rodillos con una inclinación descendente. Este proceso fue desarrollado y modificado posteriormente por la Ford Motor Co., con la finalidad de mejorarlo, lo que lograría la Cía. Pilkington 30 años después, al obtener vidrio plano de todos tamaños y espesores directamente del tanque de fundición^{Mc Grath}.

Los procesos de producción de vidrio plano para envolverte han evolucionado con más rapidez por estar vinculados al uso del vidrio plano en la industria automotriz y tener ésta requerimientos más específicos a cubrir.

La siguiente mejora a los procesos fue en el pulido, que pasó de ser manual a automático, primero a cada una de las caras y después a las dos en forma simultánea.

En 1952 Alastair Pilkington hizo flotar la masa líquida de vidrio sobre metal fundido, estableciendo una planta en pequeña escala, con el objetivo de obtener superficies brillantes como las que se logran cuando se flamean las mismas para pulirlas, además de que cuando un líquido flota sobre otro de mayor densidad, el superior presenta superficies más paralelas, y a partir de 1955 se logra producir vidrio con un ancho de 100 pulgadas (2.44 m)^{Mc Grath}.

El proceso de flotado se divide en tres secciones: en la primera se causa paralelismo; en la segunda el vidrio recibe un pulido flameado y en la tercera el vidrio es enfriado en forma controlada para su endurecimiento y conducido a la banda de rodillos donde se termina de enfriar, para ser lavado, inspeccionado, cortado y embarcado^{Barbara} (Fig. 1.40).

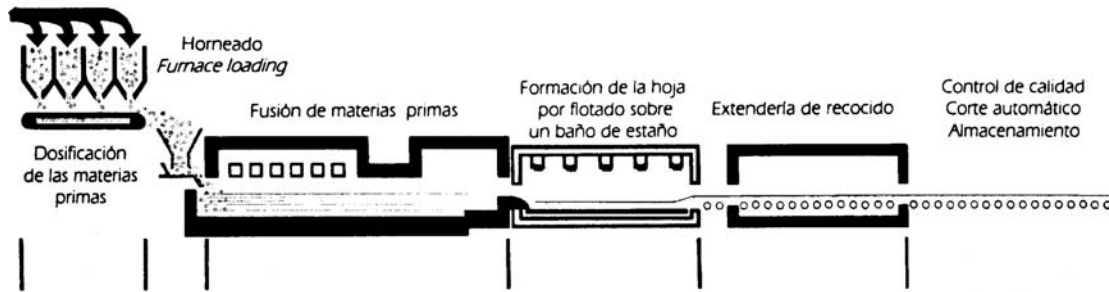


Fig. 1.40 Proceso de fabricación del vidrio flotado.

El vidrio plano pulido está siendo reemplazado por el vidrio flotado, ya que además de tener mejor calidad, su costo es menor.

Como se ha visto en la evolución de la producción del vidrio, desde la primera mitad del siglo XX, se disponía de grandes láminas de vidrio, pero éstas sólo podían ser utilizadas en cancelería, tanto para sostenerlas como para resistir la presión del viento en la fachada ^{Foster} y eran tan gruesos los soportes que constituían en sí un entramado no deseable.

Solucionar la unión entre los vidrios, o la de éstos con otros materiales que presentan diferencias en su dilatación ante cambios térmicos es indispensable para la posibilidad del uso de climatización y compensar así las ganancias o pérdidas térmicas. El uso de las juntas de caucho y neopreno fue la solución y al aparecer el silicón en los años sesentas fue posible tener uniones casi invisibles.

Considerando los problemas a resolver en la estructura portante y en la estanqueidad, es comprensible que el modelo propuesto por Mies van der Rohe en 1919 para el edificio de oficinas en Berlín tardase tanto tiempo en ser una realidad. Más de cincuenta años después, en 1975, Foster Associates realizarían el edificio Willis Faber y Dumas, totalmente revestido de vidrio, y cuya continuidad no se ve interrumpida por elementos estructurales, tal como lo había propuesto Mies van der Rohe.

En edificios como el de Willis, Faber y Dumas el concepto es la integración del diseño y la tecnología, perteneciendo este concepto a la corriente que en Arquitectura se conoce como "High Tech", en la que el componente técnico es la base de la expresión de la edificación. Norman Foster, constructor del Willis Faber diseña y construye después el Centro de Arte Sansbury, en la Universidad de East Anglia, en el que el diseño se basa en la lógica del control climático ambiental en el interior, un revestimiento a base de vidrio y paneles "sándwich" desmontables en el exterior; y por el empleo del acero y el vidrio se establece una relación más estrecha entre el espacio interior y el exterior, que permiten contemplar sin obstáculos visuales el exterior desde el interior.

El Centro de Arte Sansbury y el edificio Willis Faber y Dumas están consideradas como representantes de la corriente arquitectónica ^{Jencks} “High Tech”, también llamada postmoderna. Las oficinas de la compañía de seguros Lloyd en Leadenhall Street, Londres, de Richard Rogers es el ejemplo más popular en Inglaterra de la arquitectura “High Tech” ^{Risebero} (Fig. 1.41), y en París, lo es el Centro de Artes Georges Pompidou de Richard Rogers y Enzo Piano ^{Foster}.

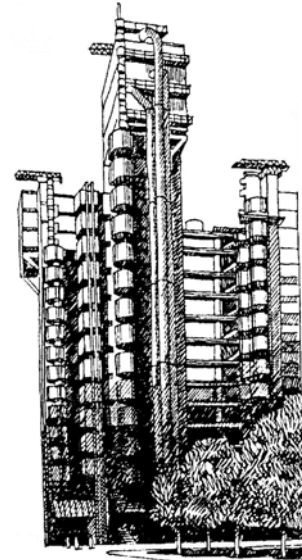


Fig. 1.41 Oficina del Lloyd, en Londres, de Richard Rogers ^{Risebero}

El estilo “High Tech”, también puede verse en edificaciones relacionadas con actividades académicas como en el Centro de Investigación Schlemberger, de Michael y Patty Hopkins, en Cambridge, Inglaterra ^{Risebero} (Fig. 1.42)

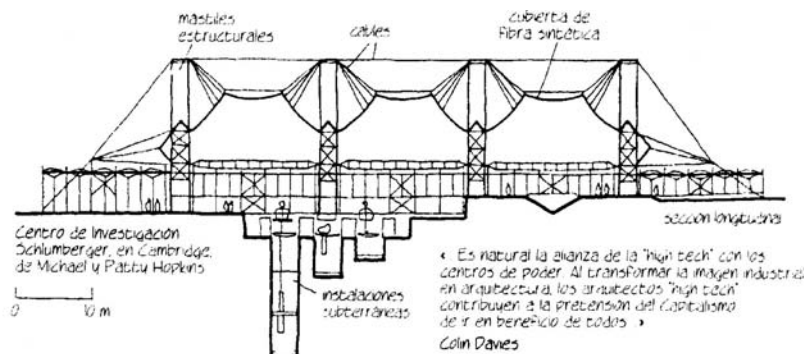


Fig. 1.42 Centro de Investigación Schlumberger, en Cambridge, Inglaterra ^{Risebero}

La Arquitectura “High Tech” ha sido muy discutida y criticada, sin embargo, es símbolo de éxito comercial y modernidad ^{Slessor}, por lo que no sólo se construyen edificios con este concepto, sino que se rehabilitan algunos de los años sesenta ^{Risebero}, no sólo para alojar instalaciones imprescindibles como el equipo electrónico, sino también para presentar nuevas fachadas “High tech”, como en el Rank Xerox en Euston Road de Londres ^{Risebero}.

La Arquitectura “High Tech” surgió como una corriente de rechazo a lo establecido: al poder que indicaba qué y cómo la arquitectura debía diseñar y construir, sin embargo, sus clientes están vinculados al poder y la autoridad, y son quienes poseen los mejores ejemplos de este estilo y no podría ser de otra manera. Las edificaciones tienen un costo elevado: controles climáticos electrónicos, materiales caros,

mantenimiento constante, alto consumo de energía, etc, por lo que sólo clientes con recursos económicos considerables les ha sido posible cubrir tal costo. Al representar este estilo la modernidad y el progreso, se observa en las ciudades de todo el mundo edificaciones que en su envolvente cuentan con un alto porcentaje de cristal.

El vidrio, desde el inicio de su uso como material de construcción en la envolvente de las edificaciones, ha incrementado su importancia, al aumentar su proporción en la envolvente de las edificaciones, primero en las religiosas, después en las civiles públicas y al final en las civiles particulares, al extremo, en la segunda mitad de este siglo, de ocupar junto con los metales casi la totalidad de la envolvente en las edificaciones civiles; además ha participado en funciones diversas: de comunicación en la instrucción religiosa y estar ligado en la actualidad a un símbolo de modernidad, de poder y de riqueza.

La revisión histórica realizada sobre el espacio habitable requerido y utilizado por el hombre desde sus orígenes, así como la revisión sobre la evolución de la envolvente de las edificaciones con el uso del vidrio ha sido posible realizarla porque dichos espacios habitables existieron en el caso de las primeras edificaciones y ha sido posible estudiarlas a través de los fósiles, y otros espacios se han conservado hasta la actualidad, lo que permite ahondar más en sus detalle; y en el caso de los edificios con envolvente translúcida su existencia es independiente a la ubicación geográfica, al ser un factor común en las grandes ciudades.

1.5. El vidrio plano: naturaleza, comportamiento y evolución.

Por ser la radiación solar la variable que influye en mayor medida en el comportamiento del vidrio en la envolvente de las edificaciones, se iniciará este apartado con una breve descripción de la energía electromagnética a la que conocemos como radiación solar, antes de mencionar detalles sobre el comportamiento térmico del vidrio.

1.5.1. Naturaleza de la Radiación.

Existe en el espacio energía en movimiento en forma de ondas electromagnéticas originadas o radiadas de diversas formas y por esta radiación electromagnética son posibles las comunicaciones y la investigación de la estructura interna de la materia^{Zaldo}. Se ha usado el término de ondas electromagnéticas, pero es más general el de radiación electromagnética, a la cual llamaremos en lo sucesivo radiación e.m., existiendo dos teorías diferentes para interpretar su comportamiento: la teoría ondulatoria y la teoría corpuscular, y según el fenómeno a estudiar, es adecuado considerar una o la otra^{Zaldo}.

La teoría ondulatoria indica que la luz, y en general la radiación e.m. posee naturaleza de ondas o vibraciones de campos eléctricos y magnéticos que viajan o se transmiten de un punto a otro del espacio; la teoría corpuscular indica que la luz está formada por partículas elementales, llamadas fotones: ambas teorías son necesarias para explicar el comportamiento de la radiación e.m., al presentarse al mismo tiempo propiedades de onda y de partícula (onda-corpúsculo)^{Zaldo}.

Los parámetros que caracterizan una onda electromagnética son: su frecuencia o longitud de onda y su amplitud, intensidad o energía. La velocidad de transmisión en el espacio no es una característica de cada radiación e.m., pues todas viajan en el espacio libre con la misma velocidad, conocida como velocidad de la luz en el vacío y cuyo valor es: $c = 3 \times 10^8$ m/s.

Toda onda electromagnética transporta energía, que siempre es un múltiplo de una energía mínima, la energía asociada a un fotón, de acuerdo a la teoría corpuscular. La energía mínima o energía del fotón depende de la frecuencia que tenga la radiación e.m. considerada, de forma que podemos decir que los fotones correspondientes a radiaciones de diferente frecuencia son diferentes porque poseen diferente energía. La relación entre la frecuencia y la energía del fotón es $E = h \cdot v$, donde $h = 6.62 \times 10^{-34}$ J.s; por tanto la energía de una radiación e.m. será un múltiplo de esta energía E de un fotón¹⁰⁴ y de la frecuencia, v .

La longitud de onda es una característica que distingue a las diferentes radiaciones e.m. y es común, por tanto, clasificar la radiación e.m. según su longitud de onda (o según su frecuencia o la energía de sus fotones, ya que todas ellas están relacionadas), dando lugar al llamado espectro electromagnético ^{Zaldo} (Fig. 1.43).

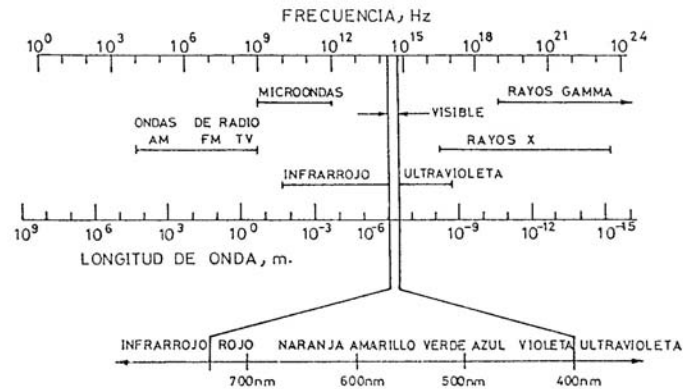


Fig. 1.43 Espectro electromagnético Zaldo.

1.5.1.1. Atenuación y variabilidad de la radiación solar.

A la Radiación solar total que se recibe fuera de la atmósfera terrestre se le conoce como constante solar, y un valor aceptado en la escala radiométrica mundial es de 1367 W/m^2 ^{Estrada}; la radiación solar que llega a la superficie terrestre es menor a la constante por atenuación del flujo, debido a factores como absorción, reflexión y dispersión, ocasionados por componentes atmosféricos (Fig. 1.44), además de factores astronómicos, geométricos y geográficos ^{Estrada}. La radiación solar al penetrar en la atmósfera terrestre es absorbida por gases: ozono, oxígeno y bióxido de carbono; por el agua, como vapor y por los aerosoles, partículas de polvo, cenizas, niebla y otros contaminantes atmosféricos. Parte de la radiación solar que no es absorbida, se dispersa, desviada de su dirección original, y llega a la superficie como radiación difusa; otra parte de la radiación solar que llega a la atmósfera terrestre es reflejada hacia el espacio por moléculas de aire, polvos, nubes y por la superficie de la tierra ^{Estrada}.

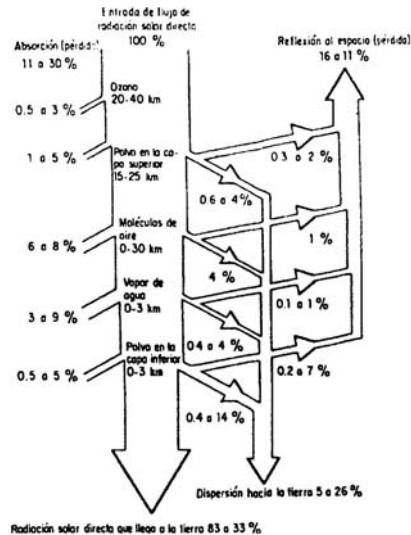


Fig. 1.44 Absorción, reflexión y dispersión de la radiación solar directa que incide en la superficie de la tierra en una atmósfera de cielo claro ^{Estrada}.

La atenuación del flujo radiativo varía en función de la longitud de la atmósfera que atraviesa, expresada en términos de masa de aire o masa óptica, M , por lo que el flujo radiativo antes de atravesar la atmósfera corresponde a una masa cero, M_0 ^{ASHRAE 1981 y 1989}. La transparencia atmosférica depende de la longitud de la trayectoria de los rayos solares a través de la atmósfera, la cual es mínima cuando el sol se encuentra en el zenith y se va incrementando a medida que el ángulo zenital crece ^{Estrada}. La masa óptica uno, M_1 , se define como la radiación normal incidente sobre un plano horizontal a nivel del mar, y en ausencia de nubes. La masa óptica dos, M_2 , se define como la radiación incidente para una altura solar de 30° sobre un plano horizontal a nivel del mar en ausencia de nubes, y en la cual la distribución energética es aproximadamente: 3 % en la región ultravioleta; 44 % en la región visible, y 53 % en la infrarroja ^{ASHRAE 1981 y 1989}.

Las distribuciones espectrales para M_0 y M_2 están adaptadas del trabajo de Parry Moon (1940), en el que los datos de radiación no contemplan variaciones mensuales en intensidad, por cambios en la distancia entre el sol y la tierra, o por variaciones atmosféricas. A pesar de correcciones en trabajos posteriores: Threlkeld y Jordan (1958); Bird y Hulstrom (1982), el trabajo de Moon es aún aceptable y aceptado ^{ASHRAE 1981 y 1989}. Valores porcentuales para las regiones del espectro electromagnético, que retoman el trabajo de Moon en M_2 , y que se aplican a vidrios ^{CITAV}, reportan una distribución energética de: 5% para el ultravioleta; 50 % para el visible y 45 % para el infrarrojo. (Fig. 1.45)

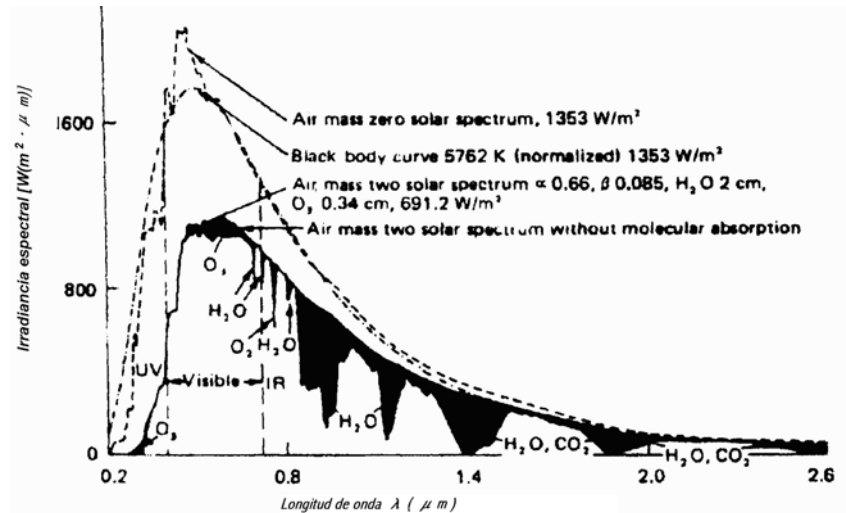


Fig. 1.45 Espectro solar para radiación solar en masa óptica cero y dos ^{Kreider}.

Como energía, la radiación solar es variable durante el día y durante el año, debido a la trayectoria elíptica de la translación de la tierra; a su rotación, y a la inclinación del eje de $+23^{\circ}45'$ y $-23^{\circ}45'$, con respecto al plano de la elíptica (Fig. 1.46).

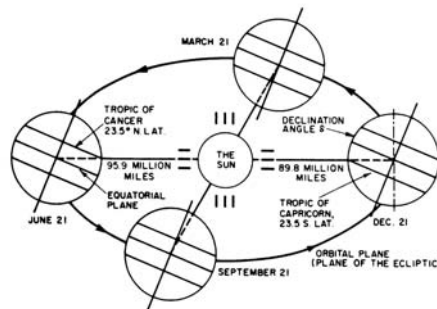


Fig. 1.46 Inclinación del eje terrestre con respecto al plano de la elíptica ^{Kreider}.

La incidencia de radiación, aunada a factores geográficos, como la latitud, determinan una variabilidad en la recepción del flujo radiativo, como puede observarse en la Fig. 1.47, que considera la incidencia de radiación extraterrestre para latitudes de 0 a $80^{\circ}N$ durante el año.

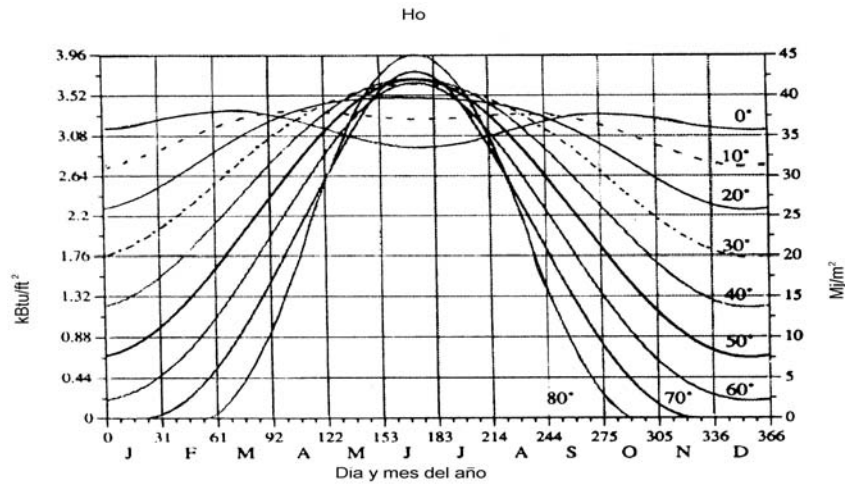


Fig. 1.47 Energía radiativa solar extraterrestre, como función del día del año, para latitudes de 0 a 80 °N ^{Kreider}.

Para una ubicación geográfica específica (a una misma latitud, longitud y altitud), también existen diferencias en la recepción de los parámetros de radiación, velocidad de viento, humedad relativa, iluminación y temperatura sobre el espacio habitable sí lo que se varía es el objeto a diseñar: la dimensión de los planos de la envolvente; su orientación; la composición química de los materiales que componen los planos de la envolvente, que a su vez modifican a sus propiedades físicas —térmicas y ópticas— y la protección solar y la coloración entre otros factores.

1.5.2. Naturaleza del material translúcido vidrio.

El principio de la fabricación de vidrio ha permanecido invariable desde sus orígenes en cuanto a las materias primas básicas y las temperaturas de fusión; lo que se ha transformado son las técnicas que han logrado un proceso más rápido y con mayor calidad, así como la posibilidad de incorporar otros elementos a los productos básicos, con lo que se han creado múltiples productos nuevos para diferentes usos.

El vidrio se fabrica en un reactor de fusión, calentando una mezcla que generalmente consiste en arena silíceo y óxidos metálicos. En el proceso de la fusión pasa del estado sólido al líquido, formándose un líquido viscoso y la masa se torna transparente y homogénea a temperaturas mayores a 1000 °C. Al salir del reactor adquiere una rigidez que permite darle forma y manipularlo ^{López}.

Un estado cristalino se caracteriza por tener un alto grado de orden interno, y esto se debe a un orden interno por la repetición en el arreglo de los átomos (Fig. 1.48 a), por lo que esta repetición al darse cubre desde distancias microscópicas hasta macroscópicas, por lo que podemos decir que hay correlación de largo alcance ^{Braun}. El orden que muestra una sustancia cristalina no existe en los líquidos (Fig. 1.48 b), los gases, los vidrios y otras clases

de sustancias amorfas, por lo que en ellas hay sólo una correlación de corto alcance o microscópico, por la falta de regularidad en el arreglo de los átomos.

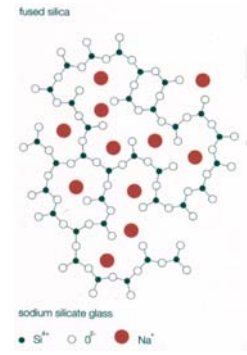
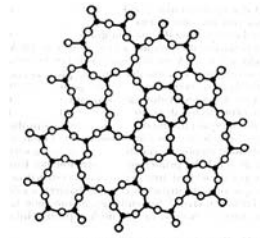
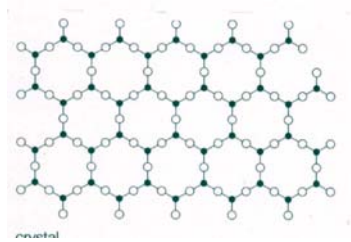


Fig. 1.48 a) Estructura de un Cristal ^{Wigginton} . Fig. 1.48 b) Estructura de un Líquido ^{Braun} . Fig. 1.48c. Estructura del Vidrio ^{Wigginton} .

Por lo anterior, podemos considerar que el vidrio, a pesar de su rigidez y su apariencia cristalina no es un cristal, y por su estructura (enlaces de silicio con oxígeno) corresponde más a un líquido (Fig. 1.48 c) al no tener una estructura microscópica ordenada y repetitiva, que explica su estructura amorfa y muy parecida a la que tienen los líquidos, por lo que es posible definir al vidrio como un líquido que se ha “congelado” y que sus moléculas no tuvieron tiempo suficiente para ordenarse y formar un cristal, o también se le puede describir como un líquido con una viscosidad extremadamente alta, por lo que no puede fluir ^{Braun} .

Cuando un rayo electromagnético incide sobre la superficie de un vidrio, una parte del flujo incidente es reflejada, otra es absorbida y el resto es transmitida; cada una de estas tres, en relación al flujo incidente definen el factor de reflexión o reflectancia, el factor de absorción o absorptancia y el factor de transmisión o transmitancia para el rayo incidente, permitiendo trazar las curvas para cada una de las propiedades en relación a la radiación electromagnética (Fig. 1.49).

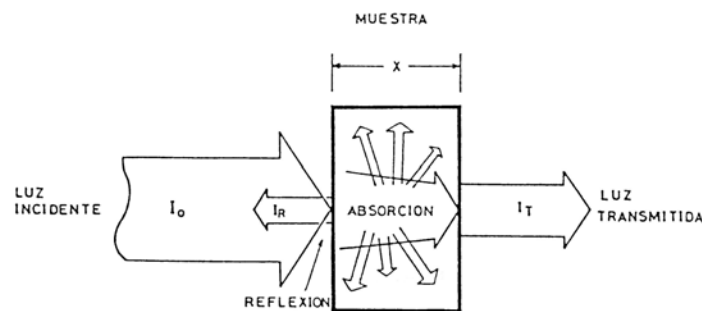


Fig. 1.49 Propiedades ópticas en el vidrio ^{Zaldo} .

La cantidad de energía transportada por un rayo es función de su longitud de onda. La curva de Parry Moon, obtenida a nivel del mar, da la distribución energética de la radiación solar directa, para una altura solar de 30° y cielo claro sobre una superficie perpendicular a la radiación. De acuerdo a esta curva, la distribución de la energía es aproximadamente de 5 %

para la radiación ultravioleta, 50 % para la radiación visible y 45 % para la radiación infrarroja (Fig. 1.50)

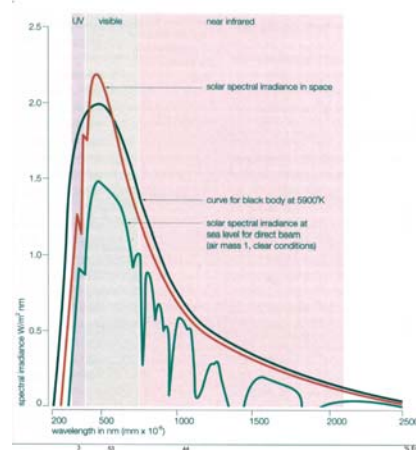


Fig. 1.50 Espectro electromagnético Wigginton

Los factores de transmisión, reflexión y absorción energéticas son las relaciones de los flujos energéticos transmitidos, reflejados o absorbidos al flujo energético incidente, y sus curvas permiten conocer cómo es el comportamiento de la radiación electromagnética al incidir la radiación solar en la superficie de un determinado vidrio. En la Fig. 1.51 se muestra cómo es la transmitancia del vidrio claro con respecto al espectro electromagnético.

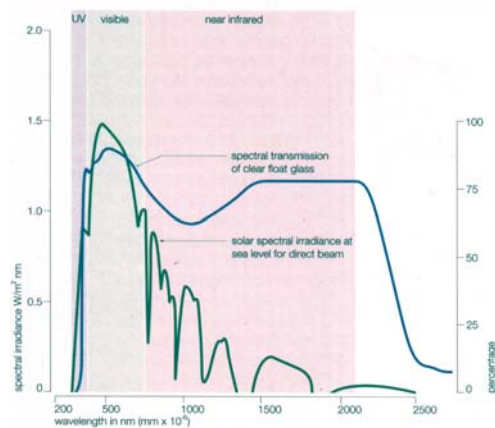


Fig. 1.51 Transmitancia de radiación electromagnética en vidrio claro Wigginton

Las propiedades que en el vidrio interactúan con la energía electromagnética y determinan su comportamiento térmico son básicamente de tipo óptico y termofísico, que a su vez, son función de la composición química del material, por lo que diferentes vidrios por tener diferentes composiciones químicas presentan diferente interacción ante la misma radiación incidente, como es posible observar en la Fig. 1.52, en la que se muestra la curva de la propiedad óptica transmitancia de vidrios con diferentes entintados y el vidrio claro.

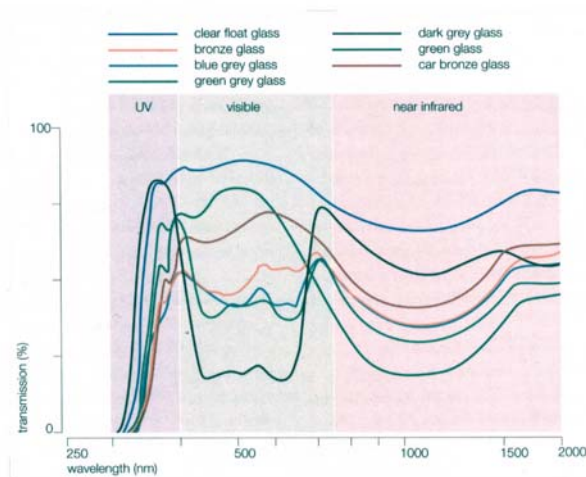


Fig. 1.52 Transmitancia de radiación electromagnética en vidrio claro y vidrios entintados ^{Wigginton}.

El factor solar es la relación entre la energía total que entra a un espacio a través de un vidrio y la energía solar que incide en el vidrio. Esta energía total es la suma de la energía que entra por transmisión directa y la cedida por absorción del vidrio al interior del espacio (Fig. 1.49). El factor solar se calcula considerando: la radiación incidente con una altura de 30°; temperaturas ambientales interior y exterior similares y coeficientes de convección de 20 Kcal/h.m²°C al exterior y 7 Kcal/h.m²°C al interior.

De acuerdo a lo anterior, las propiedades ópticas, vinculadas al comportamiento térmico del vidrio son: la transmitancia, la reflectancia y la absorción, y de éstas, la primera y la tercera inciden de manera directa en la transferencia térmica al ingresar como radiación: la primera en forma directa, y la segunda por reradiación, por un diferencial de temperatura y/o coeficiente de convección entre el interior y el exterior.

La reflectancia, no es un aporte térmico ya que es la proporción que de la energía radiante incidente no ingresa a través del vidrio, pero si es importante, ya que su relación con la ganancia de calor al interior es inversamente proporcional a la misma (Fig. 1.49).

La energía solar que ingresa en un espacio interior, a través de un vidrio es absorbida por los objetos, paredes y piso en el interior, que al calentarse emiten radiaciones de larga longitud de onda. Los vidrios, al ser semi impermeables a las radiaciones de longitud de onda larga, hace que la energía solar que pasa a través del vidrio sea retenida en el interior del espacio, por lo que es almacenada y a este fenómeno se le conoce con el nombre de “efecto invernadero”.

La reflectancia, absorción y transmitancia son propiedades ópticas y con ellas es posible definir a un material translúcido y a uno opaco: un material translúcido presenta reflectancia, absorción y transmitancia, y uno opaco presenta sólo reflectancia y absorción, por lo que

es la presencia de la transmitancia, o el paso de radiación electromagnética a través de él, lo que distingue a uno translúcido (Fig. 1.49)

De las propiedades térmicas, la conductividad térmica es la razón a la que el flujo de calor por contacto molecular se transmite a través de un material, participando en la transferencia de calor por conducción, y vinculado al movimiento de masa en la transferencia energética por convección, expresado a través del Coeficiente Global de Transferencia de Calor, U, y presenta variación en su valor, como función de la composición química del material vítreo.

La densidad y el calor específico son importantes en la transmisión del calor: la primera, es la relación entre el volumen y la masa, que influye en la transmisión de energía térmica, ya que a mayor contacto molecular, mayor transmisión de calor, y en términos generales, al vidrio se le considera de 2500 kg/m^3 CITAV y Pitts, el calor específico es la cantidad de calor que requiere un gramo de material para elevar su temperatura un grado centígrado, y aunque depende de la temperatura, al vidrio se le considera de $795 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$ ó $0.19 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}$ a una temperatura de 20°C CITAV

1.5.3. Evolución de la Tecnología del vidrio plano para envolvente.

La evolución en la fabricación del vidrio plano claro se ha desarrollado a lo largo de aproximadamente 2000 años y con una composición casi sin cambios, a diferencia de vidrios como el entintado o el reflejante que son productos recientes, surgidos en la segunda mitad del siglo XX y creados con el objetivo de reducir la ganancia de calor al interior de la edificación, y sin embargo, a pesar del uso de los vidrios entintados y los reflejantes en la envolvente, ha sido necesario el apoyo de equipo electromecánico que compense las ganancias de calor y/o que proporcione iluminación al interior de los espacios en las edificaciones, lo que significa a nivel mundial una participación significativa del total gastado en energía, tanto en países industrializados como en países en vías de desarrollo como el nuestro, por lo que el gasto energético por el uso del vidrio ha impactado al ambiente en el cambio climático global, en cuyas consecuencias estamos inmersos

En un contexto ambiental alterado, la fabricación del vidrio plano para envolvente ha evolucionado hacia un uso que permita la reducción al consumo energético operacional de las edificaciones, con productos a los que se ha designado en este trabajo como vidrios fabricados con nueva tecnología y que tienen como uno de sus objetivos, el presentar un mayor retraso en la transferencia de calor a través de la envolvente. Parte de estos nuevos productos se fabrican y usan en Estados Unidos y en países de Europa principalmente, pero aún no en México en forma común, aunque ya existen parte de los productos, y los fabricantes son Saint Gobain, Viracon, Vegla, Flashglas, Interpane, Lirquen, Glasslam, E. Net, Visteon, Siemens y Ernst Schweizer, entre otros,

Para disminuir la pérdida y/o ganancia de calor a través del vidrio, la tecnología en la fabricación del vidrio ha estado enfocada en procesos como la introducción de recubrimientos metálicos constituidos por capas múltiples de óxidos metálicos y en la mejora del fundido, entre otros, generándose productos que presentan diferente comportamiento térmico ante las zonas del espectro electromagnético, por propiedades ópticas y térmicas también diferentes. A continuación se describirán algunos de estos nuevos vidrios:

1.5.3.1. Vidrio de baja emisividad.

El vidrio de baja emisividad, conocido como “Low-E” es un recubrimiento por pulverización catódica de óxidos metálicos y metales depositados bajo vacío, que producen una capa reductora en las pérdidas o ganancias de calor por radiación, al reflejar la mayor parte de la radiación energética de onda larga, lo que mejora el Coeficiente Global de Transferencia de Calor en un rango de 0.7 a 1.6 W/m²°C en diferentes vidrios, y de acuerdo a la literatura permiten un ahorro de un 40 %⁷⁷ con respecto a unidades similares sin recubrimiento o de 70 % con respecto al monolítico claro, sin alterar la transmisión luminosa Saint Gobain, Viracon.

El vidrio de baja emisividad o “Low-E” forma parte de un conjunto de dos o más vidrios separados entre sí por cámaras de 4, 6 ó 12 mm de espesor, que contienen en su interior aire deshidratado o gases como Krypton ó Argon, estructura que presenta propiedades de aislamiento térmico Saint Gobain, Viracon con el que se eliminan los efectos de pared fría o de pared caliente, que en vidrios con color puede ser hasta de 60°C, en las zonas próximas al acristalamiento Saint Gobain, Viracon. (Fig. 1.53) y el recubrimiento “Low-E” queda en el acomodo de la unidad en contacto con la cámara de aire (Fig. 1.54).

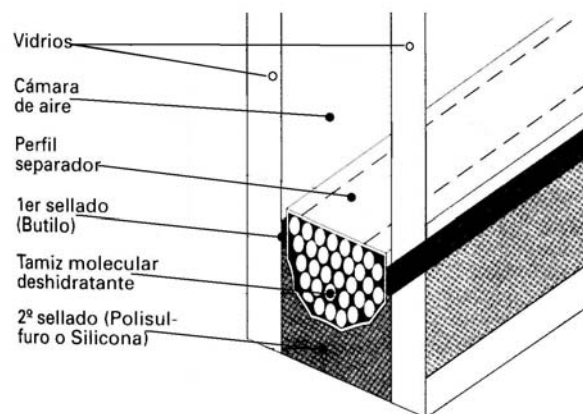


Fig. 1.53 Unidad doble o duovent.

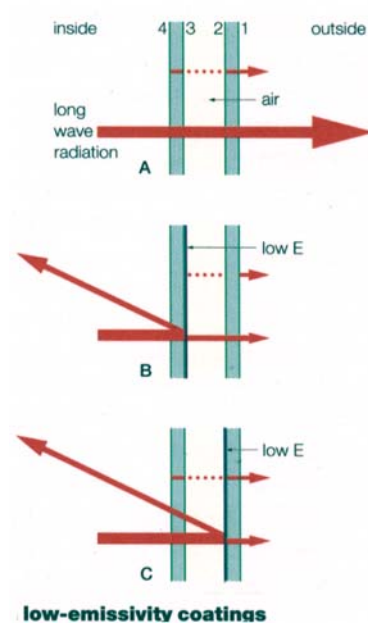


Fig. 1.54 Unidad doble y con recubrimiento "Low E" Saint Gobain

Los vidrios que forman parte del conjunto pueden ser de tipo recocido, templado ó laminado, con o sin coloración e inclusive serigrafados, debiendo considerarse en su selección aspectos de ubicación de la unidad en la edificación como son la orientación así como la exposición a riesgos o presiones de aire Saint Gobain, Viracon.

Las dimensiones mínimas de las unidades son de 39 por 39 cm y las máximas de 350 por 250 cm, con posibilidad de variación tanto en el tamaño como en la forma Saint Gobain, fabricándose en la línea del proceso o fuera de ella.

Las unidades con recubrimiento "Low E" son distribuidas por Viracon, representante de los fabricantes de vidrio en EEUU y en Europa por las compañías VEGLA Vereinigte Glaswerke GMBH, que utiliza vidrio climatop o climaplus de Saint Gobain; INTERPANE, Lauenförde y FLACHGLAS AG, Gelsenkirchen y en México el fabricante Vitro ya lo fabrica.

1.5.3.2. Vidrios laminados.

Algunas de las empresas que están inmersas en la manufactura de vidrio laminado como Glasslam N.G.I. y Zircon de World Glass Markets, Inc., en EEUU han incorporado recientemente el uso de resinas en la fabricación de vidrio para uso de seguridad. La característica más importante de las resinas es que rechazan los rayos ultravioleta en un 99% ^{RVP}, permitiendo mantener el edificio con bajos índices de depreciación en sus interiores, asimismo, los avances en la manufactura del laminado hacen posible que se encuentre en el

mercado vidrio resistente al impacto de los huracanes o con blindaje para automóviles o fachadas contra cualquier tipo de armas e inclusive bombas^{RVP}.

Vidrios Lirquen de Pilkington, con planta de fabricación en el sur de Chile utiliza en su vidrio laminado polivinil butiral o butiral de polivinilo que permite filtrar el 99.6 % de la radiación ultravioleta⁸¹ y Crisunid California, C.S. produce un cristal laminado transparente de control solar, al cual se coloca una lámina de control solar entre dos láminas de PVB o polivinil butiral, con el que es posible el control de la radiación infrarroja en un 50 % y la ultravioleta en un 99 %^{RVP} (Fig. 1.55).

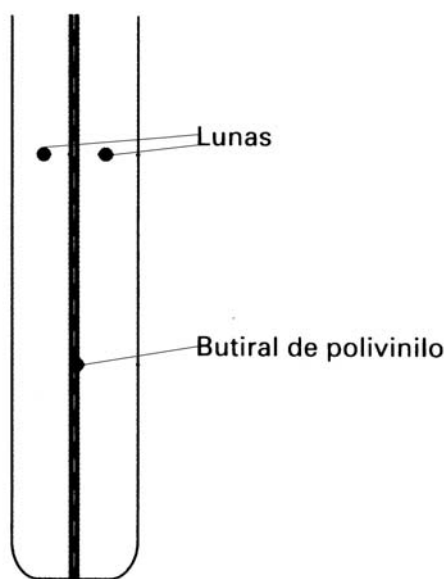


Fig. 1.55 Laminado transparente de control solar.

1.5.3.3. Vidrios superentintados.

En un vidrio claro, por su composición se presenta una alta transmitancia de radiación solar, y que se modifica con el uso de vidrios entintados, en los cuales se incrementa la absorción, con lo que se reduce la transferencia de calor al interior del espacio. La coloración se adquiere incorporando óxidos metálicos en la masa vítrea en la etapa de fundición que en vidrio estirado o flotado produce la coloración en gris, bronce, azul, verde^{RVP y Saint Gobain} y en menor proporción rosa y naranja^{RVP}.

Con la mejora en las tecnologías de fundición, se ha desarrollado una nueva clase de vidrio superteñido, en tonos más intensos de azul, verde y gris, que incrementan la absorción. Estos vidrios superentintados se fabrican bajo la serie 2000 Versalux TM y y Versalux TTM

Reflective, que incluye recubrimientos que pueden bloquear más del 93 % de la radiación ultravioleta.

Los vidrios superentintados son fabricados por Visteon Glass Systems de Allen Park, Michigan, división de la empresa Ford Motor Company.

1.5.3.4. Prismas reflectantes de radiación directa.

Siemens, A.G. fabrica material translúcido, con el objetivo común de reflejar radiación directa, evitando en el aspecto térmico el ingreso de calor al interior de los espacios^{Siemens}.

El material consta de placas de acrílico con prismas translúcidos que desvían la radiación directa al pasar a través de ellos, ya sea reflejándola al exterior o dirigiéndola al interior de la edificación, dependiendo una u otra opción de la orientación que se le dé a las placas en la estructura, a través de un sistema que puede ser movable (Fig. 1.56) o fijo entre dos vidrios (Fig. 1.57)^{Siemens}.

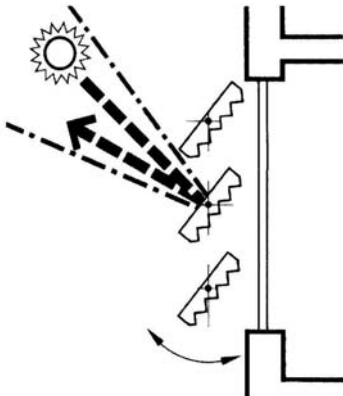


Fig. 1.56 Uso de prismas Siemens en sistema movable.

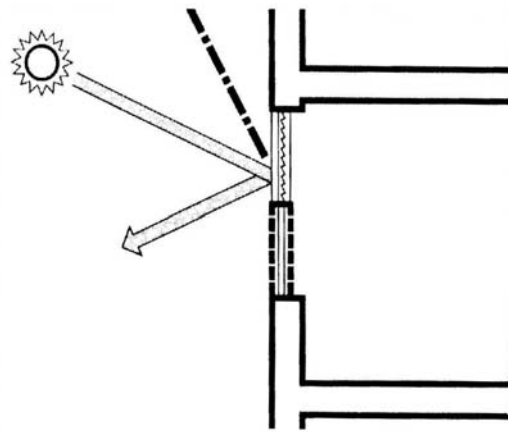


Fig. 1.57 Uso de prismas Siemens en sistema fijo.

Siemens además produce rejillas ligeras formadas por planos inclinados que impiden el ingreso de radiación directa al reflejarla en superficies brillantes, facilitando el ingreso de radiación difusa por aberturas en planos inclinados y opuestos a los reflectantes. (Fig. 1.58)^{Siemens}

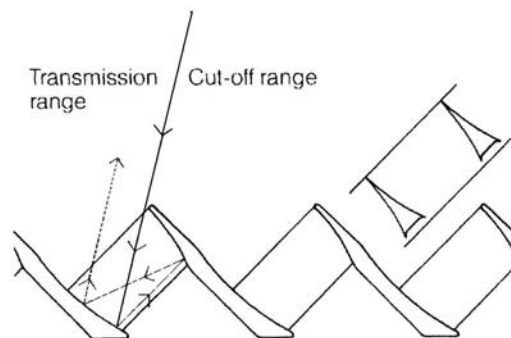


Fig. 1.58 Rejilla reflectante de radiación directa.

1.5.3.5. Microtúbulos desviadores o conductores de calor

Las empresas Schott-Rohrglas GmbH^{Schweizer}, Okalux Kapillarglas y Schweizer cuentan con un sistema translúcido formado por microtúbulos vítreos que puede funcionar de dos maneras: la primera desvía la radiación directa incidente dirigiéndola como difusa al interior del espacio, y la segunda transfiriendo calor a un muro opaco que ingresa a la envolvente de la edificación con un retraso térmico, en forma similar a un muro trombe⁸⁴(Fig. 1.59).

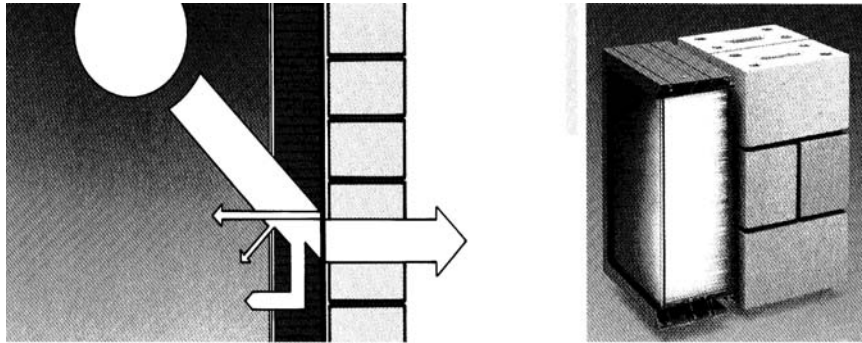


Fig. 1.59 Microtúbulos vítreos conductores y almacenadores de calor para la envolvente^{Schweizer}.

1.5.3.6. Vidrio translúcido-transparente.

Es un vidrio translúcido, transparente a la visión, pero que se convierte en transparente al aplicársele una tensión eléctrica de 118 v de corriente alterna^{Saint Gobain, Viracon}. Consta de un vidrio laminado, compuesto de dos vidrios incoloros o con color y de dos láminas de PVB, entre las cuales se intercala un film que encierra cristales líquidos polimerizados (PDCL) que tienen la propiedad de orientar los cristales con la tensión eléctrica, transformando al vidrio opaco en transparente y regresándolo al translúcido (Fig. 1.60)^{Saint Gobain, Viracon} cuando deja de aplicarse la tensión eléctrica.

Los componentes son ensamblados a alta presión y temperatura a fin de formar un conjunto compacto cuyas dimensiones mínimas son 305 x 405 mm y las máximas 1,000 x 2,800 mm en espesores de 10, 12 y 14 mm^{Saint Gobain, Viracon}.

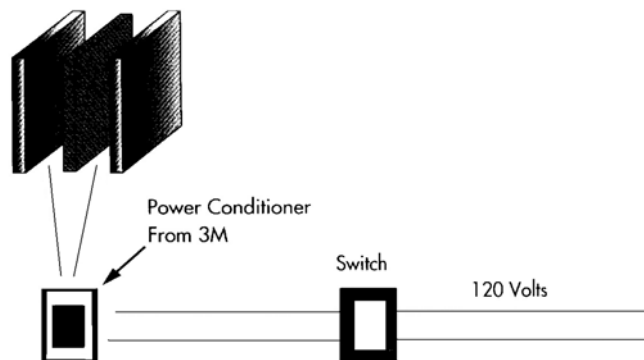


Fig. 1.60 Organización del sistema: vidrio translúcido-transparente.

El vidrio translúcido-transparente puede también formar parte de una unidad doble o aislante^{Saint Gobain, Viracon.}

1.5.3.7. Sistemas fotovoltaicos en fachadas.

Los paneles fotovoltaicos tanto opacos como semitransparentes pueden ser utilizados en las fachadas de las edificaciones, y con ello aprovechar tanto el paso de radiación a través de los semitransparentes al interior de la edificación, como la generación con los sistemas fotovoltaicos, de una parte de la energía eléctrica que el edificio requiere en su funcionamiento^{Urbano}(Fig. 1.61).

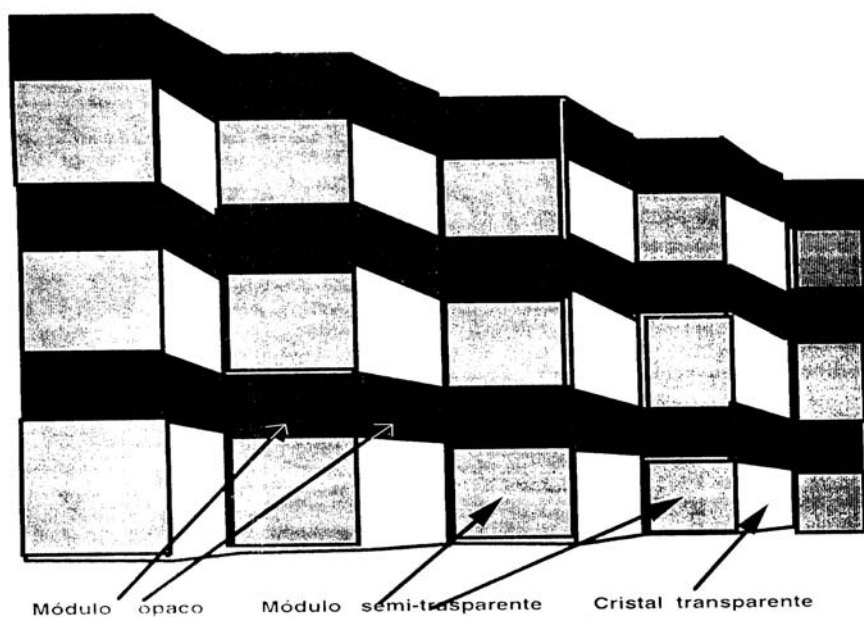


Fig. 1.61 Módulos fotovoltaicos en muro tipo diente de sierra^{Urbano}

La necesidad de disminuir el gasto energético en las edificaciones ha impulsado a la investigación y a la tecnología a desarrollar diversos productos vítreos translúcidos y/o transparentes a la radiación electromagnética con el objetivo común de disminuir la transferencia térmica, ya que a diferencia de los materiales opacos, presentan una ganancia mayor de calor por radiación, conducción y convección. Los productos desarrollados, tienen características diferentes que representan ventajas para el ahorro de energía, como los que tienen una baja emisividad, los que tienen una alta concentración de óxidos metálicos en su masa e incrementan la absorción, los que evitan la radiación directa o los que transmiten calor a una envoltura opaca. Los productos designados como de nueva tecnología no están aún disponibles en nuestro país, excepto las unidades de Low E..

Los productos translúcidos y/o transparentes, producto de nueva tecnología, son utilizados principalmente en países ubicados en el norte de América y en Europa, y responden a las

necesidades ambientales a esas latitudes, al evitar la pérdida de calor a través de la envolvente en al menos la mitad del año; sin embargo, en otros países, ubicados en otras latitudes como por ejemplo México, las necesidades a resolver son diferentes la mayor parte del año, éste es, el evitar las ganancias de calor solar, debido a un ambiente con menor alteración estacional que a latitudes sobre 40° al N o S, por lo que productos como los vidrios de baja emisividad o “Low E”, con un Coeficiente Global de Transferencia de calor promedio de 1.15 W/m²C reduciría la ganancia de calor por conducción-convección; pero no es por este mecanismo por el que se recibe la mayor ganancia térmica sino por el de radiación, por lo que se considera adecuado someter los productos a prueba en nuestro país antes de aceptar que con ellos se tendrá un ahorro de energía.

1.6. Comportamiento térmico de la envolvente arquitectónica translúcida.

Los espacios habitables son la materialización o etapa objetiva de un diseño previo o etapa subjetiva, en la que se modela y se define el objeto que posteriormente se materializará, por lo tanto es una etapa crucial, ya que de ella depende la parte objetiva del espacio habitable.

Los factores que determinan el diseño del espacio habitable son producto de la necesidad que de él tiene el ser humano y por ello es el motivo de su existencia desde el origen del hombre y a lo largo de su evolución, por lo que el diseño del espacio habitable tiene como primera condición la de ser un objeto útil para quien lo requiere, por lo que su utilidad debe considerarse como el objetivo a lograr o su equivalente como confort en los aspectos físico y psicológico.

A pesar de que todos los humanos necesitamos de un espacio habitable, la existencia de uno con características definidas cubriría las necesidades de alguien o de algunos, pero no la de todos, ya que existen diferencias importantes en la sensación de confort dependiendo del lugar en el que habita el usuario, y de características propias a su organismo como son la edad, el sexo, el estado de salud y la actividad que realizará en el espacio a diseñar, además de factores contextuales como los de tipo social, cultural, religioso, económico, psicológico, etc.

En base a la condición de habitabilidad, el diseño de cada uno de los espacios habitables podría considerarse como único, por la compleja interrelación de factores a conciliar: los requerimientos biológicos humanos específicos de quien lo va a habitar; los factores contextuales así como los técnico constructivos; y además de los factores anteriores, las características propias del sitio seleccionado para la materialización del diseño, al tener una carga energética dinámica que determinará aspectos importantes como la selección de los materiales, la forma del objeto, etc., por lo que el diseñador en relación a los factores

ambientales aplicará tanto conocimientos que pueden ser de tipo empírico como científicos, adquiridos de manera directa o indirecta, con el objetivo de conciliar las diferencias que pudiesen existir entre los parámetros ambientales del sitio y los requeridos por el usuario, por lo que es posible afirmar que a través del diseño y su materialización se modifica al sitio físico.

Los parámetros ambientales Radiación solar, Temperatura, Humedad relativa, Iluminación, y Velocidad del viento en una ubicación geográfica seleccionada varían a lo largo del día y presentan una variación mayor durante el año por la rotación y translación de nuestro planeta. A la Radiación solar se le puede considerar como una variable independiente y a la Temperatura, Humedad relativa, Iluminación y Velocidad del viento como variables dependientes de la Radiación solar.

Por ser la Radiación solar el parámetro ambiental que más influye en nuestro planeta se proporcionó información respecto a él en el apartado 1.5.1., debido a la importancia que tiene su incidencia en las edificaciones y su vínculo en el comportamiento térmico de la envolvente, tema principal de este trabajo.

El diseño como hipótesis —o propuesta de solución al espacio habitable— es llevada a la siguiente etapa: su materialización, y en ella es posible evaluar la habitabilidad del espacio utilizando la metodología científica.

Si consideramos que el espacio habitable es ante todo eso: un espacio habitable, entonces es posible evaluar si lo es, partiendo de si cumple con esa condición el espacio con envolvente translúcida con material vítreo, que es el tipo de envolvente objeto de estudio de este trabajo.

Para hacer la evaluación de la propuesta, se considera necesario analizar primero tres conceptos: el primero sobre la condición de habitabilidad, el segundo sobre la naturaleza del vidrio como material translúcido, y el tercero sobre el comportamiento térmico de la envolvente cuando ésta es translúcida por material vítreo. Lo anterior a fin de comprender tanto el comportamiento térmico del espacio habitable cuando este cuenta con una envolvente de material vítreo, así como el comportamiento humano como respuesta al entorno térmico.

1.6.1. Requerimientos térmicos humanos: el porqué de la habitabilidad.

La condición de habitabilidad requerida en el espacio arquitectónico está en función de los requerimientos biológicos de la especie humana, los cuales son producto de modificaciones

en su anatomía y fisiología, logrados a lo largo de la evolución de su material genético ADN (Ácido Desoxirribonucleico).

El Ácido Desoxirribonucleico (ADN) es la molécula que en todos los organismos se encuentra codificada la información genética de cómo será la anatomía y fisiología del organismo a lo largo de su vida, —similar a cómo fueron sus progenitores y a la que heredará a sus descendientes—^{Stryer}.

El ADN es la molécula que está presente en menor proporción en los organismos, incluyendo el humano, sin embargo es la que controla al resto de las moléculas y la función de las mismas, como por ejemplo a las proteínas, que son las moléculas a través de las cuales el ADN se expresa y que pueden tener funciones diferentes y vitales: de tipo estructural al participar en la composición de músculos, piel, cabello, huesos etc.; de tipo comunicación, al transportar a otras moléculas, por ejemplo al Oxígeno molecular a todas las células de un organismo como el humano, a fin de realizar la respiración celular y retirar bióxido de carbono y otros desechos que lo intoxicarían; y por último, de tipo funcional al controlar las funciones químicas de nuestro organismo^{Stryer}.

En la última función de las proteínas nos centraremos, la del control químico que realizan las proteínas llamadas enzimas: se ha dicho que somos lo que nuestras enzimas hacen de nosotros, somos producto de la actividad enzimática que controla los procesos celulares y como éstos dependen del material genético ADN —organizado en cromosomas—, es posible decir que podemos observar cómo los genes actúan a través de las reacciones enzimáticas^{Stryer}.

Las enzimas son proteínas que controlan las reacciones químicas de diferentes formas: acelerando las reacciones, ya que de no ser así las reacciones no ocurrirían y los productos de las reacciones son necesarios en diferentes puntos del proceso del metabolismo, ya sea para sintetizar o para degradar materia orgánica, u obtener energía como ATP -Adenosín Trifosfato-; por lo que las enzimas actúan en forma integral, controlando puntos clave en los diferentes procesos metabólicos; por lo que las reacciones enzimáticas son vitales para la vida^{Sherman}.

Las enzimas requieren para su activación de calor, sin él no habría actividad enzimática; sin ésta no habría metabolismo y sin metabolismo no habría vida.

Los organismos son sistemas termodinámicamente abiertos, esto significa que hay un constante flujo de energía y materia entre ellos y el ambiente: un flujo en equilibrio dinámico, lo que suele denominarse estado estable, el cual no se refiere a un estado estático o inmutable. Cuando nos referimos a la temperatura corporal normal, la presión arterial normal

o la cantidad normal de glucosa en la sangre, nos estamos refiriendo a valores que fluctúan ligeramente en torno a un promedio. La conservación del promedio comprende la regulación de entrada y salida, de modo que haya poco o ningún cambio neto. La regulación u homeostasis se obtiene por un sistema que regula las tasas de intercambio entre el sistema vivo y su medio externo, el cual sólo es posible mediante la adquisición continua de materia y energía. El control autorregulado del medio interno que produce un estado de equilibrio se llama homeostasia (del griego *homoi* = semejante y *stasis* = estado). Los organismos vivos son homeostáticos, de otra manera no podrían sobrevivir. Mientras más complejo es un organismo es más vital el proceso de homeostasia y por ende es mayor el gasto energético para mantener su estado de equilibrio. Cuando la autorregulación falla, el organismo entra en stress y en caso de no regresar al nivel normal, puede morir. El mecanismo de autorregulación u homeostático consta de tres componentes: un mecanismo receptor o sensor, generalmente neuronas, para vigilar las desviaciones del estado estable; un mecanismo de transmisión para procesar y transmitir la respuesta apropiada, generalmente de tipo hormonal o nervioso y un mecanismo de respuesta o efector, generalmente de tipo glandular o muscular, para producir una medida correctiva, de modo que haya un regreso al estado estable ^{Sherman}.

El calor requerido para la actividad enzimática se aporta a los organismos básicamente en dos formas: Del exterior al interior de los organismos y el que se produce en el interior mismo de los organismos. A los organismos que se encuentran en el primer caso se les llama ectotermos y a los del segundo se les llama endotermos. Los ectotermos se calientan desde el exterior y los endotermos desde el interior. A los ectotermos también se les llama poiquilotermos (del griego *poikilos* que significa "cambiable") porque tienen una temperatura variable; y a los endotermos se les llama homeotermos por presentar una temperatura constante. Estos términos se utilizan como sinónimos de organismos de sangre fría y sangre caliente ^{Sherman}.

Una temperatura interna constante tiene ventajas como el que cada célula del cuerpo al ser un sistema organizado cuyas reacciones químicas están catalizadas por enzimas que por tener una mayor eficiencia a una temperatura determinada u óptima trabaja mejor si esta temperatura es constante, a diferencia de lo que sucede con los organismos poiquilitermos, cuya temperatura es variable: una temperatura demasiado baja hace que la reacción proceda lentamente y puede evitar la formación de sustancias necesarias para otros procesos vitales; por el contrario una temperatura demasiado alta puede provocar cambios en la estructura de las enzimas e inclusive su desnaturalización, de modo que se suspendan las funciones. Por lo tanto, la temperatura corporal es un asunto de vida o muerte, y por ello es también importante la temperatura del medio ambiente, ya que por ser un sistema termodinámicamente abierto podría provocarse un desajuste interno ^{Sherman}.

Los homeotermos son organismos que mantienen su temperatura corporal constante, a pesar de que la temperatura del ambiente fluctúe, y la corporal es generalmente superior a la temperatura del ambiente, a fin de poder realizar la transferencia de calor entre los dos medios. Entre los organismos actuales los homeotermos son las aves y los mamíferos. Todos los homeotermos son endotermos y su principal fuente de calor es la oxidación de la glucosa y de otras moléculas (como lo son otros carbohidratos además de la glucosa y los lípidos principalmente, y en extremos de carencia podrían también ser las mismas proteínas y los ácidos nucleicos) que ceden energía dentro de las células del cuerpo.

El organismo humano es endotermo u homeotermo, ya que genera calor desde el interior y tiene una temperatura más alta en el centro de su cuerpo que en la periferia (la temperatura varía de 36 a 38°C, 37°C promedio). El calor es transportado desde el centro a la periferia en gran parte a través del torrente circulatorio. En la superficie del cuerpo, el calor es transferido al aire, mientras la temperatura de éste sea menor que la temperatura corporal. La regulación térmica comprende el incremento o la reducción de su pérdida en la superficie cutánea.

La constancia de la temperatura, característica del ser humano, se debe a un sistema automático –un termostato- existente en el hipotálamo, el cual recibe información sobre la temperatura corporal, la compara con el rango establecido como “normal” y en caso de existir diferencias inicia las acciones para realizar los ajustes.

El termostato hipotalámico recibe e integra la información procedente de receptores de temperatura diseminados en todo el cuerpo y las respuestas que ofrece son variadas: Los receptores de calor y frío de la piel son probablemente las fuentes de información más importantes de los cambios térmicos, además de las células que el propio hipotálamo posee y que registran la temperatura de la sangre que lo irriga. (Fig. 1.62)

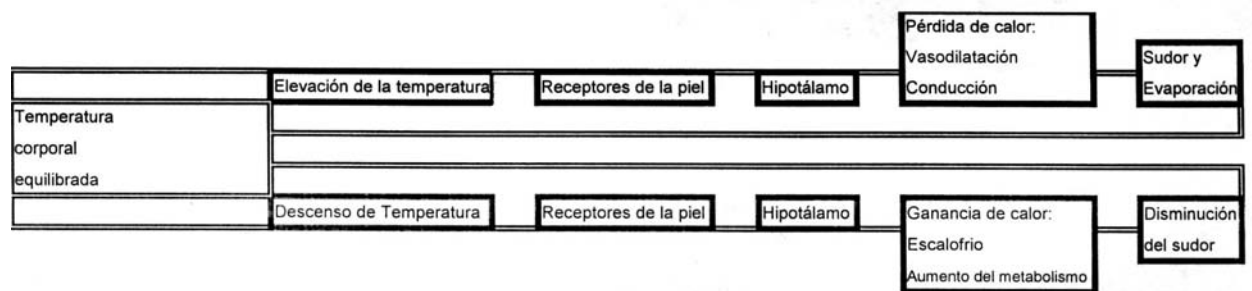


Fig. 1.62 Ajuste hipotalámico de la temperatura en el humano Sherman

En el organismo humano, a medida que la temperatura se eleva por encima del valor establecido en el termostato hipotalámico los vasos sanguíneos cercanos a la superficie cutánea se dilatan y el aporte de sangre hacia la piel aumenta, y puede transferirse calor desde la piel hacia el aire, perdiéndose por conducción, radiación y evapotranspiración Sherman.

Cuando la temperatura de la sangre circulante comienza a descender por debajo del nivel del termostato hipotalámico los vasos sanguíneos próximos a la superficie cutánea se contraen, limitando la pérdida de calor a través de la piel. El proceso metabólico aumenta. Parte de ese incremento se debe a una mayor actividad muscular, ya sea voluntaria o involuntaria, parte se debe al estímulo directo del metabolismo por los sistemas endocrino y nervioso. La adrenalina estimula la liberación y oxidación de la glucosa. La inervación del tejido graso incrementa su degradación metabólica (Fig. 1.63) ^{Sherman}.

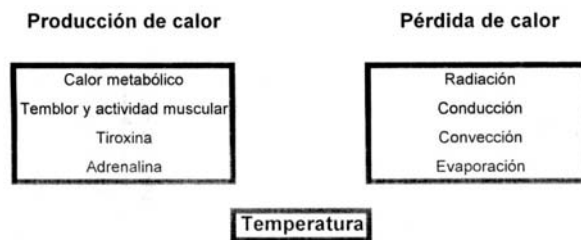


Fig. 1.63 a) Factores que intervienen en la ganancia y pérdida de calor en el humano. ^{Sherman}
 Para organismos que disipan calor por evaporación de agua, como el humano, a temperaturas elevadas puede perderse calor por evaporación de saliva o por transpiración a través de toda la superficie corporal. En la Fig. 1.64) se presenta la composición del sudor, en la cual podemos ver la pérdida de calor por regulación térmica a través de la sudoración no implica sólo la pérdida de agua, sino que involucra también a elementos importantes como sodio, potasio, calcio, magnesio y glucosa ^{Sherman}.

Sustancia	Concentración en el sudor (mg/100ml)
Sodio	185
Potasio	15
Calcio	4
Magnesio	1
Cloro	310
Lactato	35
Nitrógeno de urea	20
Glucosa	2
Proteína	0

Adap. De Y. Kuno. Human perspiration.

Fig. 1.64 Composición del sudor en el humano. ^{Sherman}

La pérdida de agua y minerales por sudoración implica una deshidratación, así como un gasto de energía como ATP y una elevación de la presión arterial; ante una disminución de energía, los organismos muestran agotamiento y stress con una disminución en el sistema inmunológico que provoca vulnerabilidad ante agentes infecciosos presentes en el ambiente ^{Sherman}.

El mantenimiento de una temperatura constante en los organismos homeotermos como el hombre representa un costo significativo en gasto energético, en pérdida de elementos importantes como agua, minerales y glucosa, un incremento en stress y la posibilidad de contraer una enfermedad por depresión del sistema inmunológico ^{Sherman}.

La temperatura a la cual el humano se siente confortable para un adecuado funcionamiento de su organismo y para el desarrollo de sus actividades, debe ser inferior a la temperatura promedio corporal, a fin de que pueda realizarse la transferencia de calor del organismo humano homeotermo o endotermo al medio ambiente. La temperatura ambiental inferior en la que el organismo es sensible al confort puede ser diferente en función de múltiples variables propias del usuario que ocupa el espacio habitable como son: su edad, sexo, actividad que se realiza en el espacio, grado de salud, ropa que se está usando, tipo de metabolismo, ambiente en el que normalmente se habita, etc., sin embargo, basado en pruebas experimentales, existe un rango de temperatura ambiental, al interior del espacio habitable, que se considera aceptable y es de 15.6°C a 24.4°C; y aunque lo deseable es que fuese un ambiente térmico totalmente uniforme para todo el cuerpo para evitar incomodidad local, podría aceptarse la asimetría en el aporte de calor: para la temperatura radiante inferior a 5 °C en dirección vertical y de 10 °C en dirección horizontal y la diferencia de temperatura vertical entre cabeza y pies no deberá exceder de 3 °C ^{ASHRAE}.

1.6.2. El Comportamiento térmico del espacio habitable, función de la envolvente.

La envolvente es la envoltura de una edificación: constituida por materiales a los que llamamos transparentes u opacos, en función de si permiten o no el paso de la luz y/o la radiación, por lo que su interrelación con la energía del medio ambiente es constante, y la velocidad en el intercambio energético a través de la envolvente se ha visto acelerada, en la evolución de la misma, por la tendencia hacia un mayor uso de materiales transparentes a la radiación y un menor uso de los opacos, lo que ha presionado a la tecnología a producir materiales translúcidos y/o transparentes, que cuenten con un mayor control solar, a fin de reducir la velocidad de la transferencia de energía térmica a través de ellos; pero a pesar de que la disminución en la transferencia térmica se está logrando, es aún elevada, comparada con la de los materiales opacos, ya que la ganancia de calor a través de materiales como los vidrios, además de llevarse a cabo por los mecanismos de transferencia térmica como en los opacos, presenta ganancias térmicas importantes a través de la radiación, al incidir en ellos el flujo radiativo.

La radiación solar, tanto la directa como la difusa, es uno de los medios naturales más importantes en la ganancia de calor a las edificaciones, y por ello es imprescindible considerar este recurso en el balance energético en la etapa de su diseño, así como la conductividad o resistencia al paso de calor que los materiales presentan al flujo radiativo.

La transferencia de radiación calorífica que afecta a la edificación, de acuerdo a Olgyay, se divide en cinco tipos diferentes, (Fig. 1.65), y según su orden de importancia son:

- 1.- Radiación de onda corta, directa del sol.
- 2.- Radiación difusa de onda corta, procedente de la bóveda celeste.
- 3.- Radiación de onda corta, producto de la reflexión en los terrenos adyacentes.
- 4.- Radiación de onda larga, del suelo y de los objetos cercanos cuya temperatura es elevada.
- 5.- Radiación de onda larga, en intercambio desde el edificio hacia el cielo.

Una edificación es un sistema abierto, ya que interactúa con el medio ambiente a través de la envolvente ^{Aitken, Sámano, ASHRAE y Szokolay}, en ésta, la transferencia de energía térmica se realiza por los mecanismos de conducción, convección y radiación: en los dos primeros, a través de la materia por diferencia de temperatura ^{Szokolay y Ramos} y presión; y en el segundo, por transporte macroscópico de masa ^{Ramos}. En la transmisión de calor por radiación solar directa hay una transformación en la forma de la energía: de una energía electromagnética, a una energía interna en el receptor ^{Kreith y Szokolay}, de acuerdo a la primera Ley de la Termodinámica.

En los mecanismos de transferencia de energía térmica por conducción y convección, al ser afectados principalmente por un diferencial de temperatura y presión, determinan la rapidez con que se presenta la transferencia de calor, por lo que el incremento de la temperatura del receptor es menor, en comparación al mecanismo de radiación solar directa, dado que ésta al incidir en las superficies incrementa más la temperatura del receptor y por lo tanto su energía interna ^{Kreith}.

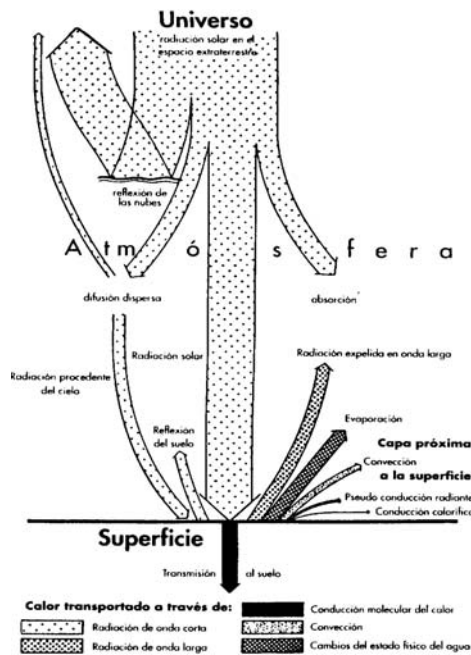


Fig. 1.65 Intercambio calorífico al mediodía en un día de verano. ^{Olgay}

En los materiales de la envolvente, el paso de la radiación electromagnética (e.m.) o la luz a través de ellos puede ser nulo, y entonces nos referimos a un material opaco al paso de la radiación, pero si el paso de la radiación o transmitancia es diferente a cero, nos referimos a un material transparente a la radiación, lo cual es importante, ya que es en los materiales transparentes a la radiación e.m. en los que la ganancia de calor es mayor al interior de las edificaciones que en los opacos. Tanto en opacos como en transparentes existen los tres mecanismos de transferencia de calor, pero en los opacos es mayor la ganancia de calor por conducción y convección, y en los transparentes es mayor la ganancia por radiación solar.

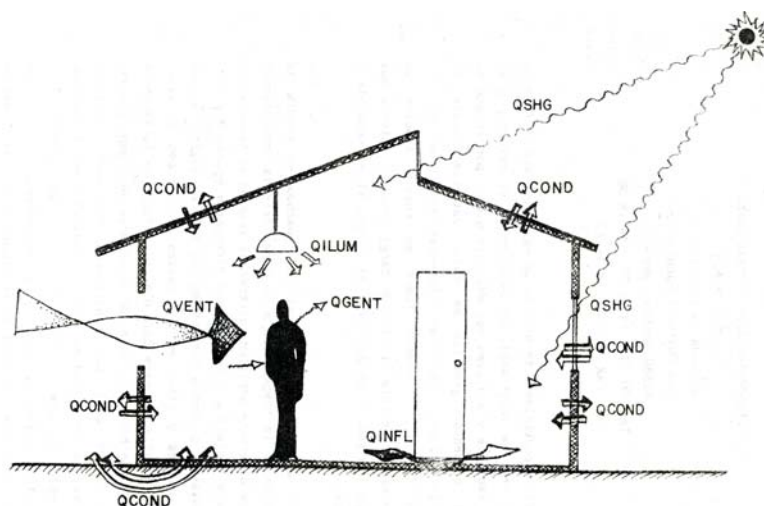


Fig. 1.66 Cargas térmicas en una edificación ^{Morillón}

La transferencia de calor al interior de la edificación se realiza a través de los materiales que constituyen la envolvente (Fig 1.66), por lo que es importante y necesario conocer el comportamiento térmico de los materiales que la conforman, ya que de éstos, depende el comportamiento térmico de la envolvente, y a su vez, el comportamiento térmico de la edificación.

1.6.3. El comportamiento térmico de la envolvente, función de su composición.

El desarrollo moderno de la planificación y de la construcción arquitectónica ha agudizado el problema del control de la recepción de radiación solar en las edificaciones, ya que los masivos muros de carga tradicionales, que combinaban la función del soporte con la de protección contra la luz y el calor, han sido sustituidos por elementos estructurales que soportan las cargas, a manera de esqueleto, cubiertos por muros cortina con diferentes materiales, entre los que destacan los transparentes a la radiación ^{Givoni, 1969, Olgay y Givonni, 1998}, incrementando con ello la ganancia de calor al interior de las edificaciones.

Analizar el comportamiento térmico de los materiales como transmisores o aislantes de calor se puede realizar a través de cálculos periódicos del flujo de calor, integrando los efectos producidos por conducción, convección y radiación. En la Fig. 1.67 se muestra un ejemplo de

los resultados del análisis del flujo calorífico ^{Olgay} cuando éste atraviesa diferentes componentes en una edificación ubicada a 40°N en Nueva York-Nueva Jersey y que cuenta con 866 m² de muros (línea 5), formados por un acabado exterior de madera adosado a un panel aislante de lana mineral de 5 cm de espesor y otro panel de yeso de 0.95 cm de espesor como acabado interior; techo (línea 2) de 768 m² con losetas de asfalto, que tienen una absorción de calor de 0.7, fijadas a madera, más una capa de aislante de 7.6 cm de espesor; 139 m² de ventanas de vidrio claro (línea 1) para ganancia de calor por radiación, y (línea 4) para ganancia de calor por conducción, con una transmisión de radiación solar de 0,77, para una incidencia normal; 3.5 m² de puertas (línea 6); y la infiltración (línea 3).

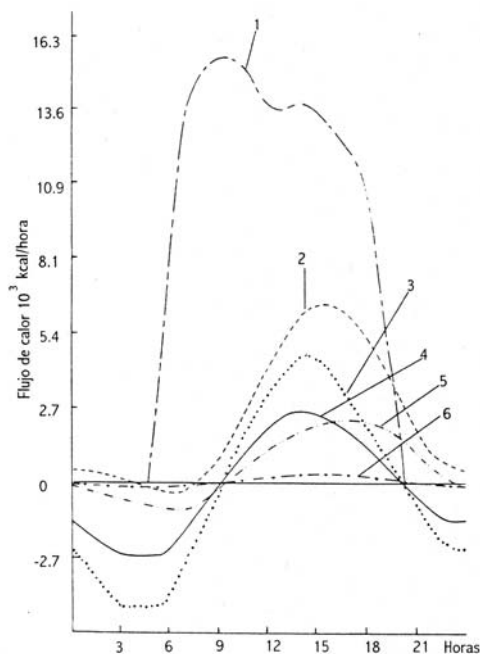


Fig. 1.67 Análisis del ejemplo: flujo calorífico al ^{Olgay} atravesar diferentes materiales

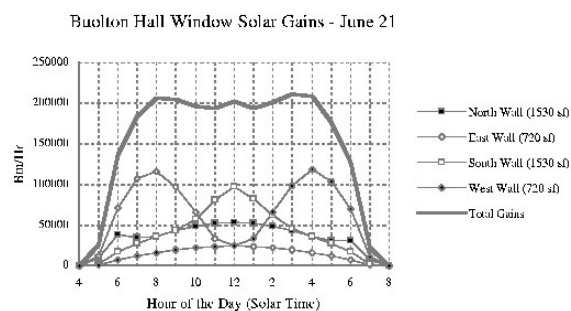


Fig. 1.68 Ganancia de calor a través del vidrio como función de la orientación ^{Boulton}

Del ejercicio efectuado por Olgay, se observa que la mayor ganancia de calor se tiene por el mecanismo de radiación, a través de las ventanas (1) mientras la radiación incide en el material transparente, y decrece después de las 15 hrs. al disminuir la incidencia; en cuanto a pérdidas térmicas, en ausencia de radiación incidente, la más importante, además de la infiltración (3), es la que se da por conducción a través del material transparente (4), y que es mayor a la de materiales opacos como los muros (5), techo (2) y puertas (6).

La capacidad de los materiales transparentes de transmitir la radiación depende del ángulo de incidencia de la radiación, de la distribución de la longitud de onda de la radiación incidente, de la composición química del material transparente a la radiación, de su espesor ^{ASHRAE}, así como de su orientación (Fig. 1.68)

CONTEXTO AMBIENTAL:

2. Cambio Climático Global

La alteración ambiental se detectó desde los años sesentas en el S. XX, y fue reconocida formalmente a partir de 1972 en la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente de Estocolmo, Suecia, dando origen al Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, PNUMA, celebrándose en 1977 la primera conferencia intergubernamental de Educación Ambiental en Tbilisi, Ex URSS¹; en el Protocolo de Montreal, en 1987 se establecen medidas para proteger a la capa de ozono; en la Cumbre para la Tierra, en Río de Janeiro en 1992 se determina la necesidad de un equilibrio entre las necesidades económicas, sociales y ambientales de las generaciones presentes y futuras, además se establecen la Convención Marco sobre el Cambio Climático y el Convenio sobre la Diversidad Biológica; en 1997, en Kioto, Japón, se plantea el Protocolo por el que se comprometían —una vez que fuese ratificado por un número de países, cuyas emisiones de CO₂ fuesen equivalentes al 55 % de las emisiones globales— a lograr entre el año 2008 y el 2012 una reducción en sus emisiones de CO₂ de un 5% con respecto al nivel emitido en 1990, el cual al ser ratificado por la Unión Europea y Rusia, pero no Estados Unidos, entro en vigor en febrero del 2005.

2.1. Antecedentes y reconocimiento político del deterioro ambiental global y acciones.

Investigadores del M.I.T. (Massachussetts Institute of Technology), dirigidos por Dennis Meadows estudió en 1972³, mediante simuladores computacionales las consecuencias de la interacción entre el crecimiento exponencial de la población humana (Fig. 2.1) y su interrelación con variables como la industrialización, la contaminación y el consumo de los recursos naturales no renovables, llegando a la conclusión de que ese sistema dinámico entraría en menos de cincuenta años en un período en el que sería cada vez menos capaz de funcionar^{PIIC}.

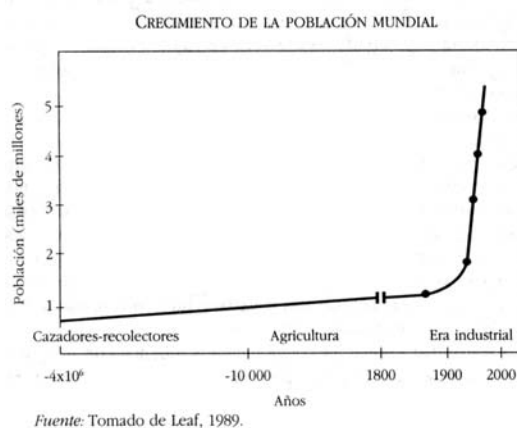


Fig. 2.1: Crecimiento exponencial de la población humana mundial.
Fuente, Duvigneaud

La solución propuesta por Meadow, después de varias simulaciones computacionales fue la de frenar el crecimiento exponencial mediante una política de estabilización de la población y del capital (igualación de las tasas de inversión y de depreciación) acompañada por medidas técnicas que incluían reciclado de recursos naturales, combate a la contaminación, aumento de la vida media de todas las formas de capital, un impulso al desarrollo tecnológico hacia procesos más eficientes, disminuir la erosión, así como la producción de alimentos y servicios que debían predominar sobre la producción industrial³ (Figura 2.2).

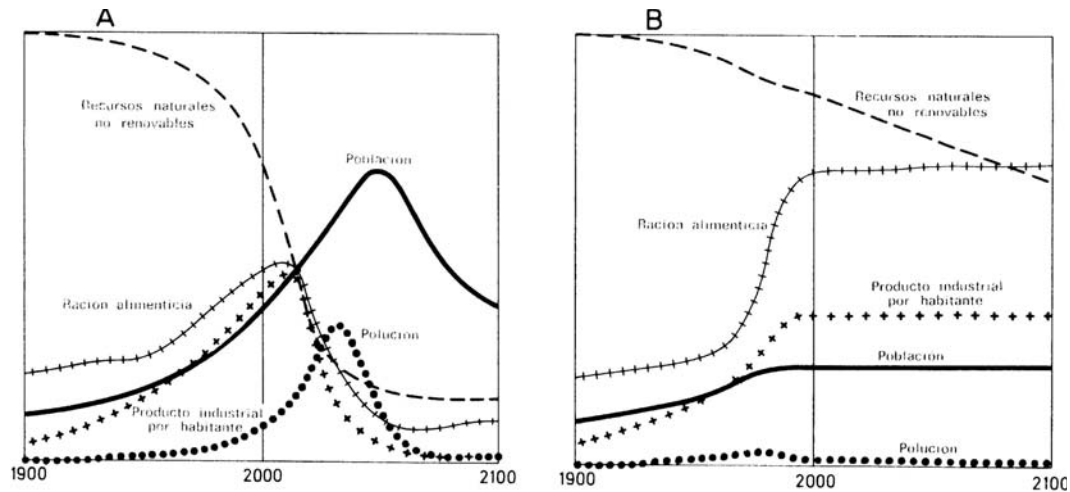


Figura 2.2. El porvenir de la humanidad, de las simulaciones de Meadow, en los años 60's del Siglo XX

Fuente: Duvigneaud.

Medidas tan severas, propuestas por el grupo de Meadows, fueron rechazadas por considerarse que la tecnología futura revolucionaría y solucionaría el futuro³.

Mansholt (1972) y Philippe Saint Marc (1971)³ postularon las teorías sobre la socialización de la naturaleza, antecedentes del desarrollo sustentable, el cual en la actualidad considera el uso de los recursos en función de su propia conservación, a fin de no agotarlos, en la consideración de que el alza en el nivel de vida no está fincado sólo en la existencia de bienes cuantitativos sino más bien en la calidad de la vida y en un interés colectivo que impida la especulación con el suelo.

A fines de la década de los sesenta, cuando algunos sectores de la comunidad científica, como Dennis Meadow del MIT, Mansholt y Philippe Saint Marc, entre otros, alertaron sobre la necesidad de adecuar el desarrollo a los límites de los ecosistemas, surge el ecodearrollo^{Duvigneaud}, planteado por el Programa «Hombre y Biosfera» de la UNESCO, sin embargo, nunca imaginaron que treinta y cinco años después los gobiernos del planeta estarían enfrentando problemas generados por la incapacidad de modificar las políticas de acuerdo con la economía natural^{Carabias}.

El cambio climático actual es un problema de características especiales: Es global — pero con diferencias entre los hemisferios, entre los continentes y entre las regiones —, de larga duración — podría la afectación

cubrir hasta siglos —, y comprende una serie de interacciones complejas entre factores climáticos, ambientales, económicos, políticos, institucionales, sociales y tecnológicos.

Ante el problema se han planteado alternativas de desarrollo que pueden suponer escenarios diferentes de emisiones de gases de invernadero diferentes, y consecuencias diversas, en función de los mismos .

Los cambios climáticos regionales, sobre todo los de aumento de la temperatura, ya han afectado a algunos sistemas físicos y biológicos. Los sistemas biológicos, naturales y humanos, son vulnerables al cambio climático por tener una capacidad de adaptación limitada ante estímulos ambientales acelerados, y en el caso de la población humana la vulnerabilidad se ve afectada por la ubicación geográfica, la época y las condiciones sociales, económicas y ambientales.

La degradación ambiental fue la temática de la Conferencia de las Naciones Unidas en Estocolmo en 1972, convirtiéndose el tema del medio ambiente en una cuestión internacional, encaminándose las actividades a incorporarlo a los planes de desarrollo en cada país, y en función de ello se tomaban las decisiones, por lo que se siguió postergando la solución en el medio económico y político, agravándose los problemas ambientales como el agotamiento del ozono, el calentamiento de la Tierra y la degradación de los bosques.

A continuación se presentará una breve descripción de las acciones que se han tomado con respecto al tema ambiental y con énfasis en el calentamiento global, por estar en este vinculado el presente proyecto por el excesivo gasto de energía, principalmente de tipo fósil.

En 1983, la Organización de las Naciones Unidas establecieron la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, al reconocer que la protección al Medio Ambiente era una cuestión de supervivencia para todos. La Comisión, presidida por Gro Harlem Brundtland, de Noruega, llegó a la conclusión de que “para satisfacer las necesidades del presente, era indispensable no comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias” por lo que la protección del medio ambiente y el crecimiento económico habrían de abordarse como una sola cuestión.

El Protocolo de Montreal, en 1987 en el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente definió las medidas que se debían adoptar para limitar la producción y el uso de sustancias que deterioraban a la capa de ozono, con medidas de control suplementarias en Londres en junio de 1990

A consecuencia del Informe Brundtland, la Asamblea de las Naciones Unidas convocó la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD), conocida como Cumbre para la Tierra, celebrada en Río de Janeiro del 3 al 14 de junio de 1992 y los objetivos fueron: lograr un equilibrio justo entre las necesidades económicas, sociales y ambientales de las generaciones presentes y de las generaciones futuras y sentar las bases para una asociación mundial entre los países desarrollados y los países en desarrollo, así como entre los gobiernos y los sectores de la sociedad civil, sobre la base de la comprensión de las necesidades y los intereses comunes. Además, una declaración de principios relativos

a los bosques y se abrieron a la firma dos instrumentos con fuerza jurídica obligatoria: la Convención Marco sobre el Cambio Climático y el Convenio sobre la Diversidad Biológica y se iniciaron negociaciones con miras a una Convención de lucha contra la desertificación, que entró en vigor en diciembre de 1996.

El Programa 21, contiene más de 2.500 recomendaciones prácticas, en las que se abordan los problemas e incluye propuestas concretas en cuestiones sociales y económicas, como la lucha contra la pobreza, la evolución de las modalidades de producción y de consumo, la dinámica demográfica, la conservación y ordenación de nuestros recursos naturales, la protección de la atmósfera, los océanos y la diversidad biológica, la prevención de la deforestación y el fomento de la agricultura sostenible, y además se recomiendan maneras de fortalecer el papel de los grupos como las mujeres, los sindicatos, los agricultores, los niños y los jóvenes, las poblaciones indígenas, la comunidad científica, las autoridades locales, el comercio, la industria y las organizaciones no gubernamentales, con miras al desarrollo sostenible.

En la Declaración de Río se definen los derechos y las obligaciones de los Estados respecto de principios básicos sobre el medio ambiente y el desarrollo e incluye las siguientes ideas: la incertidumbre en el ámbito científico no ha de demorar la adopción de medidas de protección del medio ambiente; los Estados tienen el "derecho soberano de aprovechar sus propios recursos" pero no han de causar daño al medio ambiente de otros Estados; la eliminación de la pobreza y la reducción de las disparidades en los niveles de vida en todo el mundo son indispensables para el desarrollo sostenible, y la plena participación de la mujer es imprescindible para lograr el desarrollo sostenible .

Los informes que presentan anualmente los gobiernos son la base fundamental sobre la cual se evalúan los progresos y se determinan los problemas que se plantean a los países. A mediados de 1996, unos 75 gobiernos anunciaron que habían establecido comisiones nacionales de desarrollo sostenible u otros órganos de coordinación. Muchos países estaban tratando de obtener apoyo legislativo para sus planes de desarrollo sostenible; por otra parte, en la mayor parte de los países la participación de las organizaciones no gubernamentales es sumamente activa.

Miembros representantes de 39 gobiernos elaboraron y firmaron, en diciembre de 1997, en Kioto, Japón, un Protocolo por el que se comprometían —una vez que fuese ratificado por un número de países, cuyas emisiones de CO₂ fuesen equivalentes al 55 % de las emisiones globales— a lograr entre el año 2008 y el 2012 una reducción total, de sus emisiones de CO₂, de un 5% con respecto a los niveles emitidos en 1990. El tratado ha sido ratificado por la Unión Europea y por Rusia pero no por los Estados Unidos, y entro en vigor en febrero del 2005.

El pronóstico es implacable: el planeta Tierra enfrenta un cambio climático que podría tener consecuencias sobre sus formas de vida. Miles de delegados fueron convocados a la India en 2003 para buscar acuerdos

que permitan enfrentar este problema, en una conferencia conocida como COP 8: La Octava Sesión de la Conferencia de las Partes (COP 8) de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (UNFCCC), atribuido a un "efecto de invernadero" y provocado por la acumulación en torno al planeta de los gases producidos por la quema de combustibles fósiles como petróleo o carbón, siendo el principal resultado de las negociaciones el Protocolo de Kyoto, de 1997.

Libres de la obligación de reducción, aunque también firman el tratado, están China, la India, Brasil y México, países que, a pesar de la modernización de sus industrias, son los que más aumentarán sus emisiones de carbono en los próximos años, debido al fuerte desarrollo del transporte público y privado.

Tanto en los Estados Unidos como en Australia, en donde también la importancia del carbón es enorme (produce el 85% de su electricidad y representa el primer producto de exportación), se desarrollan en la actualidad costosos proyectos de investigación (Future Gen y Coal 21) con el fin de obtener bajas emisiones atmosféricas de CO₂ sin renunciar a su utilización en centrales térmicas.

Un aspecto muy polémico del tratado de Kioto es la aceptación de que se aumente la cuota permisible de emisión a los países que lleven a cabo una política de reforestación, calculando la cantidad de CO₂ que capten los nuevos bosques al actuar como sumideros.

Todavía más difícil de calcular es la absorción de CO₂ producida por otros posibles cambios en los usos del suelo. Una posible contradicción de llevar a cabo una política de reforestación es que debería también tenerse en cuenta que un paisaje con más bosques es un paisaje con menos albedo, es decir, menos reflectante, por lo tanto la disminución del albedo terrestre por los nuevos bosques, produciría en las latitudes altas un incremento de temperatura de la superficie, y es posible que contrarreste el efecto de enfriamiento que ocasionaría la mayor absorción de CO₂ ^{PIIC}.

En el protocolo de Kioto también se admite que pueda haber una compraventa de créditos de emisiones entre unos y otros gobiernos, a partir de las cuotas que se fijen para cada país en el Protocolo. De esta forma, después del reparto, un país que quisiese sobrepasar su cuota de emisión podría comprar parte de la cuota otorgada.

Otra complicación del protocolo de Kioto es el permitir a los países firmantes que las reducciones de otros gases efecto invernadero puedan también servir de créditos, que se canjeen por las emisiones equivalentes de CO₂. Estos gases son: el metano (CH₄), el óxido nitroso (N₂O), los perfluorocarburos (PFCs), los hidrofluorocarburos (HFCs) y el hexafluoruro de azufre (SF₆). Las equivalencias no son fáciles de determinar, debido a la diferente duración de vida de los gases en la atmósfera.

Como conclusión, y considerando que se tiene información sobre el Impacto Ambiental y sus consecuencias desde hace cuarenta años, y después de este lapso lo que se observa es el deterioro en el que se encuentra nuestro Ambiente Global, —con un calentamiento del cual hay evidencias—, motivado por que en

la Negociación Ambiental el interés económico y político prevalece sobre los recursos naturales, sin considerar que al igual que cualquier especie, la especie humana depende de un ambiente que permita la existencia presente y futura y que el daño ambiental, en caso de continuar podría ser irreversible^{PIIC}.

2.2. Calentamiento global.

La información sobre el Cambio Climático Global consultada para este trabajo proviene principalmente del producto del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (PICC), el cual es un grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático, creado en 1988 por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)^{PIIC}.

La razón de seleccionar la información del PICC se debe principalmente a que es con la que la comunidad científica a nivel internacional coincide en mayor medida, existiendo sin embargo opiniones que consideran que los riesgos por el Cambio Climático son mas graves que las expresadas por el PICC, y asimismo también hay opiniones que contemplan que los riesgos pueden ser menores.

La Organización Meteorológica Mundial (OMM) coordina la actividad científica mundial desde la predicción meteorológica hasta la investigación sobre la contaminación del aire, pasando por el Cambio Climático, los estudios de reducción de la capa de ozono y la predicción de las tormentas tropicales. Con sede en Ginebra, esta Organización cuenta con 185 miembros, forma parte de las Naciones Unidas y es la voz científica y autorizada en cuanto concierne al comportamiento de la atmósfera y el clima de la Tierra^{PIIC}.

Cuando el PICC emplea la expresión "Cambio Climático", se refiere a cualquier cambio en el clima a lo largo del tiempo, debido tanto a variaciones naturales como al resultado de la actividad humana. Este uso difiere del empleado por la Convención Marco sobre el Cambio Climático, en donde "Cambio Climático" se refiere al cambio del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición del conjunto de la atmósfera, y que se suma a la variabilidad climática natural observada durante períodos comparables de tiempo^{PIIC}.

Las causas de las alteraciones al sistema climático pueden ser comprendidas por medio de los modelos matemáticos, probando con cada uno de los parámetros o fuerzas internas, externas o inducidas, y hasta el momento han demostrado una mayor eficiencia en la comprensión de alteraciones climatológicas a nivel global mas que a nivel regional. Los modelos matemáticos permiten realizar proyecciones o predicciones y con ello la planificación de políticas a seguir, cuando se considera viable. El cambio climático actual tiene causas antropogénicas, determinado esto por numerosas investigaciones, principalmente las del trabajo académico de científicos de todo el mundo integrados en el Panel Intergubernamental de Cambio Climático, PICC, desde la década de los 90's en el siglo XX y la información vertida en este capítulo se reitera se refiere principalmente a ella.

El Cambio Climático Global es básicamente un calentamiento provocado por el incremento de gases efecto invernadero, los cuales atrapan radiación infrarroja en la atmósfera, emitida por la tierra, por lo que se les considera con forzamiento positivo, a diferencia de compuestos como los aerosoles y el bióxido de azufre de las erupciones volcánicas que tienen un forzamiento negativo al promover enfriamiento en la atmósfera por un incremento en la reflectancia de la radiación solar ^{PICC}.

Los modelos matemáticos nos indican que las alteraciones del actual Cambio Climático se incrementarán al aumentarse la emisión de gases efecto invernadero y estos son: el vapor de agua, el bióxido de carbono, el metano, óxido nitroso y halocarbonos, y de todos estos los más importantes son los primeros tres ^{PICC}.

El vapor de agua aumenta por una mayor vaporización del agua, función del incremento de la temperatura ambiental, y en consecuencia se incrementa la precipitación por una mayor nubosidad. Un incremento en la capa de las nubes aumenta su albedo, alterando asimismo tanto el albedo de la tierra como aumentando el calor de la misma por atraparlo en la atmósfera ^{PICC}.

El Bióxido de carbono CO₂ y el Metano están vinculados a las actividades humanas: el primero por la quema de combustibles de tipo fósil y el cambio del uso del suelo y el segundo por cultivos y descomposición de materia orgánica así como por quema de combustibles fósiles como el gas natural ^{PICC}.

Existen evidencias de que en forma natural el cambio climático ha existido en forma natural, ya que en el pasado se han presentado alteraciones en el clima, pero el actual cambio climático es de origen antropogénico y a una gran velocidad —la vida en nuestro planeta tiene una antigüedad de 500 millones de años y el hombre sólo 1, por lo que la humanidad es un producto muy reciente de la misma: su permanencia representa un 0.2% de la misma y el cambio climático, producto de la acumulación de materia y energía se ha llevado a cabo en el breve lapso de menos de 2 siglos—, en relación a la escala geológica y a los anteriores y lentos cambios climáticos, que han permitido la adaptación y evolución de la vida a través de millones de años, y el hombre es un ejemplo de ello, producto de las últimas glaciaciones. El riesgo de la permanencia de la vida ante un acelerado cambio climático podría ser la extinción de especies y con ello la disminución de la biodiversidad ^{PICC}.

En este capítulo, se abordará el aspecto de alteración ambiental, desde su detección, hace más de cuarenta años, hasta la información que nos proporciona el Panel Intergubernamental de Cambio Climático, y en el siguiente capítulo se abordará la situación que guarda nuestro país ante el deterioro ambiental.

2.2.1. Evidencias.

Observaciones en mayor número y calidad y con mejor tecnología, muestran que nuestro planeta se encuentra en una etapa de calentamiento, así como de cambios colaterales de tipo climatológico. La temperatura media mundial de la superficie, el promedio de la temperatura del aire cerca de la superficie de

la tierra y de la temperatura de la superficie del mar, ha subido desde 1861. Durante el siglo XX, el aumento ha sido de $0,6 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ (Fig. 2.3 a y b). Este valor es superior en $0,15^{\circ}\text{C}$ previsto para el período que iba hasta el año 1994, debido a las temperaturas relativamente altas de los años restantes del siglo (1995 a 2000) y a la mejora de los métodos de tratamiento de los datos. Estas cifras tienen en cuenta ajustes, como los efectos de las islas de calor urbanas. El registro muestra una gran variabilidad. Por ejemplo, la mayor parte del calentamiento que se produjo en el siglo XX tuvo lugar en dos períodos: de 1910 a 1945 y de 1976 a 2000^{PICC}.

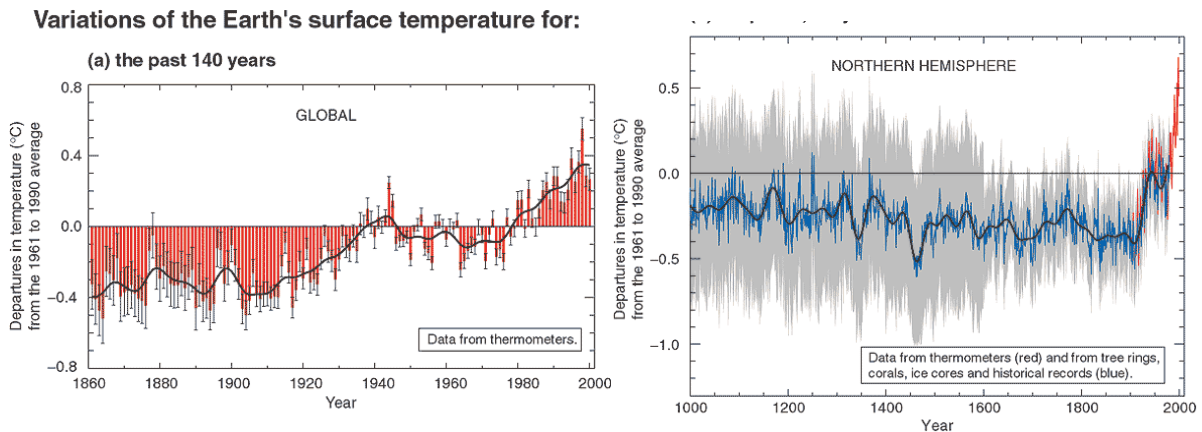


Figura 2.3. a) Incremento de Temperatura en 1000 años b) En 140 años^{PICC}

A nivel mundial, con una certidumbre de 90 a 99%, en el siglo XX, el decenio de los años noventa ha sido el más cálido y 1998 el año más cálido en el registro instrumental desde 1861^{PICC}.

Desde finales de los años cincuenta, época en la que se efectúan observaciones adecuadas mediante globos meteorológicos, el aumento de la temperatura mundial general en los 8 kilómetros inferiores de la atmósfera (Troposfera) y en la temperatura de la superficie ha sido similar a $0,1^{\circ}\text{C}$ por decenio^{PICC}.

La temperatura mundial general de la superficie ha aumentado considerablemente $+0,15 \pm 0,05^{\circ}\text{C}$ por decenio. La diferencia en los ritmos de calentamiento es estadísticamente significativa. Esta diferencia se produce principalmente en las regiones tropicales y subtropicales^{PICC}.

Los 8 kilómetros inferiores de la atmósfera y la superficie están influidos de manera distinta por factores como el agotamiento del ozono estratosférico, los aerosoles atmosféricos y el fenómeno El Niño. Por lo tanto, físicamente es verosímil esperar que en un corto período de tiempo (por ejemplo, 20 años) pueda haber diferencias en las tendencias térmicas. Además, las técnicas de muestreo espacial también pueden explicar ciertas diferencias en las tendencias, pero estas diferencias no están totalmente aclaradas.

En relación a la extensión del hielo y de la capa de nieve, los datos de los satélites muestran que, con un rango de certidumbre del 90 a 99%, que ha habido disminuciones de un 10 % en la extensión de la capa de nieve desde finales de los años 60, y las observaciones en tierra muestran, con la misma probabilidad, que ha habido una reducción de unas dos semanas en la duración anual de la capa de hielo en lagos y ríos en

latitudes medias y altas del hemisferio norte durante el siglo XX. Ha habido una recesión generalizada de los glaciares de montaña en las regiones no polares durante el siglo XX. La extensión del hielo marino en primavera y verano en el hemisferio norte ha disminuido de 10 a 15 % desde los años cincuenta. Es probable en un 66 a 90% de certidumbre que ha habido una disminución del 40 % en el espesor del hielo marino en el Ártico desde finales del verano hasta principios del otoño en los últimos decenios y una disminución considerablemente más lenta en el espesor del hielo marino en invierno ^{PICC}.

El nivel medio del mar en el mundo subió entre 0,1 y 0,2 metros durante el siglo XX, de acuerdo a los datos de los mareógrafos y el contenido de calor mundial de los océanos ha aumentado desde finales de los años cincuenta, período para el que se dispone de observaciones adecuadas de las temperaturas submarinas ^{PICC}.

En otros aspectos importantes, vinculados con el clima, Es probable con un 90 a 99% de certidumbre que las precipitaciones han aumentado de 0,5 a 1 % por decenio en el siglo XX en la mayoría de las latitudes medias y altas de los continentes del hemisferio norte y es probable en un 66 a 90% que la cantidad de lluvia ha aumentado de 0,2 a 0,3 % por decenio en las regiones tropicales (de 10°N a 10°S). Los aumentos en los trópicos no son obvios en los últimos decenios. También es probable en un 66 a 90% que la cantidad de lluvia ha disminuido en un 0,3% por decenio en gran parte de las zonas subtropicales (de 10°N a 30°N) del hemisferio norte durante el siglo XX. Contrariamente al hemisferio norte, no se han detectado cambios sistemáticos comparables en los promedios latitudinales amplios del hemisferio sur. No hay datos suficientes para establecer las tendencias de las precipitaciones en los océanos ^{PICC}.

En las latitudes medias y altas del hemisferio norte es probable en un 66 a 90% que en la segunda mitad del siglo XX ha habido un aumento del 2 al 4 % en la frecuencia de las precipitaciones fuertes. El aumento de estas precipitaciones puede deberse a diversas causas, como los cambios en la humedad atmosférica, las tormentas y las tempestades a gran escala ^{PICC}.

Es probable en un 66 a 90% que ha habido un aumento de la nubosidad del 2 % en las zonas de latitud media y alta durante el siglo XX. En la mayoría de las zonas las tendencias corresponden bien a la disminución observada de la amplitud de la variación de las temperaturas diarias ^{PICC}.

Desde 1950 es probable en un 90 a 99% de certidumbre que ha habido una reducción de la frecuencia de las temperaturas muy bajas y un menor aumento de la frecuencia de las temperaturas muy altas ^{PICC}.

Los episodios de calor del fenómeno El Niño-Oscilación Austral (ENOA) que frecuentemente influye en las variaciones regionales de precipitaciones y temperaturas en muchas zonas de los trópicos, de los subtrópicos y en algunas zonas de latitud media han sido más frecuentes, persistentes e intensos desde mediados de los años 70 en comparación con los cien años anteriores ^{PICC}.

El Niño, es una corriente de agua cálida que fluye periódicamente a lo largo de la costa del Ecuador y el Perú. Este fenómeno oceánico se asocia con una fluctuación de las características de la presión en superficie y la circulación en la región intertropical de los océanos Índico y Pacífico, denominada Oscilación Austral. Este fenómeno de acoplamiento entre la atmósfera y el océano ha sido designado en forma conjunta con el nombre de El Niño Oscilación Austral, o ENOA. Cuando se produce un episodio El Niño, los alisios que soplan en ese momento disminuyen y la contracorriente ecuatorial se intensifica y hace que las aguas cálidas de la superficie en la región de Indonesia fluyan hacia el este y se superpongan a las aguas frías de la corriente del Perú. Este fenómeno surte profundos efectos en el viento, la temperatura de la superficie del mar y las precipitaciones en la zona tropical del Pacífico. Influye en el clima de toda la región del Pacífico y en muchas otras partes del mundo. La fase opuesta del fenómeno de El Niño se denomina La Niña. En algunas regiones, como en zonas de Asia y África, se ha observado un aumento de la frecuencia y de la intensidad de las sequías en los últimos decenios^{PICC}.

En el siglo XX (de 1900 a 1995) ha habido aumentos relativamente pequeños en las zonas terrestres con fuertes sequías o fuerte humedad. En muchas regiones, estos cambios están dominados por una variabilidad climática, interdecenal y multidecenal, como el cambio en el ENOA hacia fases más cálidas^{PICC}.

Algunas zonas del globo no se han calentado en los últimos decenios, principalmente ciertas partes de los océanos del hemisferio sur y partes de la Antártida^{PICC} y no parece haber tendencias significativas en la extensión del hielo marino del Antártico desde 1978, período para el que se dispone de medidas por satélite confiables^{PICC}.

Los cambios mundiales en la intensidad y frecuencia de las tempestades tropicales y extratropicales están dominados por las variaciones interdecenales y multidecenales y no hay tendencias significativas claras en el siglo XX. Los análisis contradictorios hacen difícil llegar a conclusiones definitivas acerca de la actividad de las tempestades, especialmente en las zonas extratropicales y no hay cambios sistemáticos en la frecuencia de los tornados, días de tormenta o granizadas en las zonas analizadas.

En resumen, las evidencias físicas globales del cambio climático, de acuerdo al análisis y conclusiones del Panel Intergubernamental de Cambio Climático son^{PICC}:

1. Un incremento en la temperatura de $0.6\text{ °C} \pm 0.2\text{ °C}$ como promedio global observándose el mayor aumento de temperatura en la masa continental, y con diferencias regionales.
2. Un mayor incremento de temperatura en la troposfera baja pero a un menor ritmo que en la superficie terrestre.
3. Una disminución en la oscilación térmica diurna, al incrementarse la temperatura mínima en una mayor proporción que la temperatura máxima.
4. Una mayor nubosidad producto de una mayor evaporación, por una mayor temperatura, y en consecuencia una mayor precipitación.

5. En el Hemisferio Norte se observa la mayor vaporización de agua y su precipitación, por lo que en este hemisferio se observan también las mayores alteraciones climatológicas.
6. Retracción de los glaciares en el Ártico.
7. Un mayor incremento de la temperatura en el agua oceánica pero en menor proporción que en la superficie continental.
8. Un incremento en el volumen en el agua oceánica de 0.1 a 0.2 m en el siglo XX y principalmente en la segunda mitad del mismo.
9. No se observa tendencia de retracción en los glaciares del Antártico.

Las evidencias del Cambio Climático Global y sus proyecciones permiten considerar que se espera un impacto mayor para todo el planeta, pero que este puede ser diferencial por regiones y también habrá diferencias en función de la vulnerabilidad de la región, el país o el sistema biológico que tenga que enfrentar los efectos negativos de las alteraciones extremas meteorológicas como los huracanes, las inundaciones, las sequías, los problemas de salud, así como las pérdidas humanas y materiales.

La vulnerabilidad está en función del episodio extremo y de su magnitud, así como de la respuesta que el sistema afectado pueda realizar, y esta respuesta está en función de su capacidad para hacer frente al episodio.

De acuerdo al reporte del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (PICC) el incremento en la temperatura ambiental a nivel global promedio en el siglo XX se considera fue de $0.6\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$, sin embargo, a nivel regional, este incremento puede ser mayor, como en el caso de las ciudades, las cuales pueden recibir el resultado de dos impactos: el primero por el Cambio Climático Global amplificando la dinámica propia del mismo sistema o ecosistema artificial "ciudad", el cambio climático actual a nivel de ciudades se ve más intensificado debido a la presencia de un ambiente cálido y seco con temperatura superior al ambiente rural circundante, principalmente en la noche, y al cual se le conoce como isla de calor.

La isla de calor es el resultado de acumulación de energía principalmente calor producto de la presencia de edificios y pavimentos que absorben calor liberándolo en la noche, así como por emisión de materia y energía de industrias, pérdida del agua de lluvia tanto por evaporación como por superficies impermeables, y altos niveles de contaminación, con lo que al incrementarse el calor se abate la humedad, tanto la absoluta como la relativa.

2.2.2. Causas: Efecto Invernadero

Entre el Sol y la Tierra se establece una relación radiativa: el sol emite radiación de onda corta —a una temperatura aproximada de 6 mil $^{\circ}\text{C}$ —, constituida a su vez por radiaciones, que difieren en su longitud de onda, en su frecuencia y en su contenido energético, y a las que conocemos como radiación electromagnética: la frecuencia y la longitud son inversamente proporcionales y la frecuencia y el contenido energético son directamente proporcionales: la onda corta es de mayor frecuencia y con mayor contenido

energético y la onda larga es de menor frecuencia y menor contenido energético; de mayor a menor frecuencia: y de mayor a menor contenido energético tenemos: los rayos gama, los rayos X, la luz ultravioleta, la luz visible, el infrarrojo, las microondas de radio y las de TV (Fig. 2.4.)^{Garduño}.

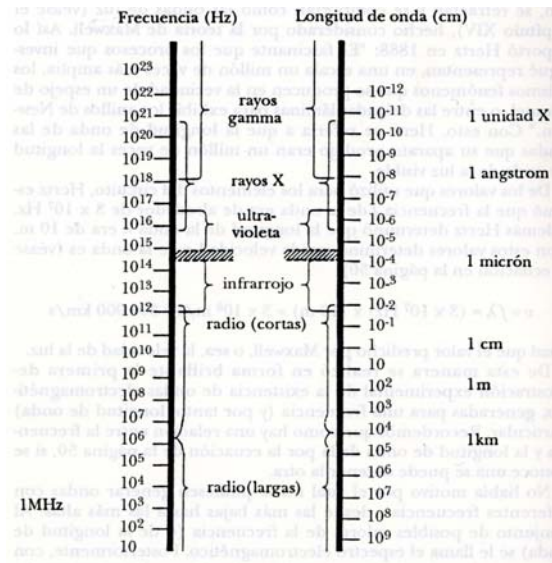


Figura. 2.4. Espectro electromagnético ^{Braun}.

Fuente: Braun, E. Electromagnetismo, 1992

La radiación electromagnética del sol (de onda corta y con alto contenido energético), al incidir en la tierra se absorbe por esta y posteriormente se emite en onda larga o infrarrojo (con bajo contenido energético) y considerando la distancia entre el sol y nuestro planeta y las características de éste como su albedo, la temperatura efectiva que la tierra debería de tener por esta relación radiativa es de -18°C , y esto significa un ambiente helado, en el cual el agua, en caso de existir, estaría congelada en forma permanente, por lo que en un ambiente así no sólo sería imposible que la vida evolucionara, sino que además sería imposible que la vida se hubiese originado ^{Garduño}.

Sin embargo la temperatura en la tierra no es de -18°C , ya que el promedio anual global es de $+15^{\circ}\text{C}$, lo que representa una diferencia de 33°C por arriba de la temperatura efectiva de -18°C : La diferencia por arriba de la temperatura efectiva y que le permite llegar a los $+15^{\circ}\text{C}$, es función de la atmósfera terrestre, la cual esta constituida principalmente en un 99% por nitrógeno (78.08%) y oxígeno (20.95%), pero no son estos gases las moléculas que propiciaron el incremento de los 33°C por arriba de la temperatura efectiva, sino el 1%, representado por gases como el Bióxido de Carbono y el vapor de agua en proporciones variables, así como otros gases a los que se les llama traza ^{Garduño}.

Por lo anterior, el Bióxido de Carbono y el vapor de agua son considerados Gases Efecto Invernadero, por atrapar la radiación infrarroja emitida por la Tierra y elevar con ello la temperatura de la atmósfera y de la misma Tierra en sus diferentes porciones.

2.2.2.1. Gases Efecto Invernadero y forzamiento radiativo.

Una temperatura diferente y por arriba de la efectiva es producto del efecto invernadero de la Atmósfera Terrestre, ya que por la presencia en ella de vapor de agua y bióxido de carbono es posible retener parte del calor emitido por la superficie de la tierra, evitando que este se fugue al espacio y proporcionando con ello el ambiente en el que la vida puede evolucionar. El vapor de agua y el bióxido de carbono son los responsables del incremento en 33 °C de la temperatura efectiva, por lo que el efecto invernadero siempre ha estado presente desde el inicio de la vida hace más de 500 millones de años.

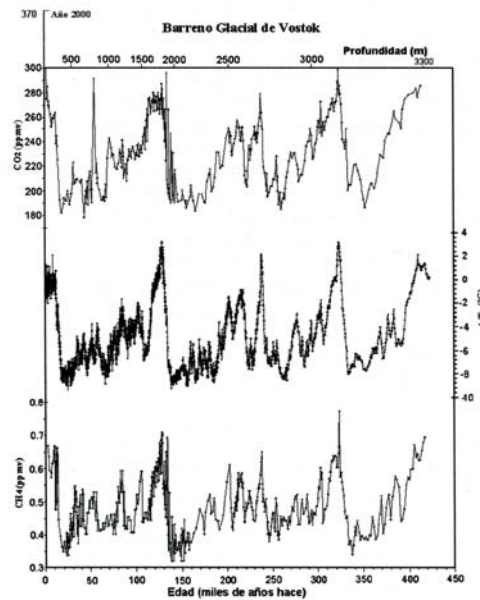


Figura 2.5. Barreno del glaciar de Vostok

Fuente: Petit, J.R., et al 2001, en Garduño, R., 2004.

El efecto invernadero ha variado en forma natural, sin la intervención de ninguna especie, y de acuerdo a los paleo registros observados de los glaciares de Vostok ^{Petit en Garduño}, en la figura 2.5 es posible observar la relación estrecha entre las variables Temperatura, Bióxido de carbono (CO₂) y Metano (CH₄) correspondiendo un incremento de temperatura a incrementos en el CO₂ y en el CH₄; asimismo, podemos observar que en un periodo de aproximadamente 450 mil años se tienen cinco máximos en la Temperatura y que estos máximos corresponden a una concentración de CO₂ entre los 280 y los 300 (ppmv) y que entre cada dos máximos hay un lapso de 100 a 150 mil años, por lo que cada uno de los cambios climáticos requirió de largos períodos de tiempo, y esta situación cíclica en la historia de nuestro planeta ha permitido que los organismos, por evolución, se adaptaran a ambientes que estaban cambiando en forma lenta ^{Garduño}.

El actual cambio climático, con incremento en la temperatura global es diferente de los que se han presentado en forma natural en la historia de la tierra, ya que éste es producto de actividades antropogénicas, con una antigüedad de más de 100 años, que han incrementado la concentración de 280 a 367 (ppmv) y rebasado el máximo observado en los paleo-registros (fig. 2.5), por lo que podemos considerar

que este es un cambio climático que se está realizando a una alta velocidad, y que equivale a la milésima parte del tiempo requerido por los cambios naturales. Por esta influencia humana, el riesgo es grande y se desconocen las consecuencias verdaderas, ya que nunca antes hemos sido testigos de un evento de tal magnitud, pero las proyecciones no son alentadoras para ningún sistema biológico, porque su respuesta por medio de una adaptación por selección natural o por mutación podría requerir de un mayor lapso, e inclusive la misma especie humana esta en peligro por las consecuencias en alteraciones de tipo genético además de la falta de recursos abióticos esenciales como es el agua o la energía, o la escasez de recursos bióticos en forma de alimento o energía ^{Garduño}.

"La influencia de diversos factores externos en el clima permite realizar comparaciones mediante el concepto de forzamiento radiativo. Un forzamiento radiativo positivo, como el que se produce por las crecientes concentraciones de gases de efecto invernadero, tiende a calentar la superficie. Un forzamiento radiativo negativo, que puede deberse a un aumento de ciertos tipos de aerosoles (partículas microscópicas suspendidas en el aire), tiende a enfriar la superficie. Los factores naturales, como los cambios en las emisiones solares o la actividad volcánica explosiva, también pueden producir un forzamiento radiativo.

Es necesario caracterizar estos agentes de forzamiento climático y sus cambios con el tiempo (Fig 2.5) a fin de comprender los cambios climáticos pasados en el contexto de las variaciones naturales y para proyectar los cambios climáticos futuros.

Las concentraciones de gases atmosféricos de efecto invernadero y su forzamiento radiativo siguen aumentando como consecuencia de las actividades humanas. La concentración atmosférica de Bióxido de carbono (CO₂) ha aumentado en un 31 % desde 1750. La concentración actual de CO₂ no se había superado en los últimos 420.000 años y es probable en un 66 a un 90% de certidumbre que tampoco en los últimos 20 millones de años. El ritmo actual de crecimiento no tiene precedentes, al menos en los últimos 20.000 años. En la Fig. 3 es posible observar la relación de la concentración de Bióxido de Carbono y Metano con el comportamiento de la temperatura (°C) ^{Garduño}.

Unas tres cuartas partes de las emisiones antropógenas de CO₂ en la atmósfera durante los últimos 20 años se deben a la quema de combustibles de origen fósil. El resto se debe principalmente a cambios en el uso de la tierra, especialmente la deforestación. Los océanos y la tierra actualmente captan juntos la mitad de las emisiones antropógenas de CO₂. En la tierra, la emisión de CO₂ antropógeno muy probablemente en un 90 a un 99% de certidumbre superó la absorción de CO₂, a causa de la deforestación en los años noventa.

El ritmo de aumento de la concentración del CO₂ atmosférico fue de 1,5 ppm, lo que representa un incremento de 0,4 % por año en los dos últimos decenios. En los años noventa, el aumento anual varió de 0,9 ppm (0,2 %) a 2,8 ppm(0,8 %). Una gran parte de estas variaciones se debe al efecto de la variabilidad

climática (por ejemplo, los fenómenos ENOA) en la absorción y emisión de CO₂ por parte de tierras y océanos.

La concentración del metano (CH₄) en la atmósfera ha aumentado en 1.060 ppm, lo que representa un incremento de 151 % desde 1750 y sigue aumentando. La concentración de CH₄ no se había superado en los últimos 420.000 años. El crecimiento anual de la concentración de CH₄ fue más lento y se hizo más variable en los años noventa en comparación con los ochenta. Un poco más de la mitad de las emisiones de CH₄ actuales son antropógenas (por ejemplo, utilización de combustibles de origen fósil, ganadería, cultivo del arroz y vertederos). Además, recientemente se ha establecido que las emisiones de monóxido de carbono (CO) son una de las causas del aumento de la concentración del CH₄.

La concentración de óxido nitroso (N₂O) en la atmósfera ha aumentado en 46 ppm lo que representa un incremento del 17 % desde 1750 y sigue aumentando. La concentración actual de N₂O no se ha superado al menos durante los últimos mil años. Un tercio aproximadamente de las emisiones de N₂O actuales son antropógenas (por ejemplo, tierras agrícolas, corrales de engorde de ganado e industrias químicas).

Desde 1995 las concentraciones atmosféricas de muchos de los gases de halocarbonos que agotan la capa de ozono y tienen un efecto invernadero (por ejemplo, CFC13 y CF2Cl2) están aumentando más lentamente o disminuyendo, en ambos casos como consecuencia de la reducción de las emisiones con motivo de la reglamentación del Protocolo de Montreal y de sus Enmiendas. Sus componentes substitutivos (por ejemplo, CHF2Cl y CF3CH2F) y otros componentes sintéticos (por ejemplo, los perfluorocarbonos (PFC) y el hexafluoruro de azufre (SF6)) son también gases de efecto invernadero y sus concentraciones están aumentando actualmente ^{PICC}.

El Forzamiento Radiativo es una medida de la capacidad que presenta un factor para alterar el equilibrio entre las energías entrante y saliente del sistema Tierra-atmósfera, y es un índice de la importancia de un factor como mecanismo potencial de cambio climático. Se expresa en Watios por metro cuadrado (Wm⁻²) ^{PICC}.

Se calcula que el forzamiento radiativo debido al aumento de los GEI bien mezclados desde 1750 a 2000 es de 2,43 Wm⁻²: 1.46 Wm⁻² debido al CO₂; 0.48 Wm⁻² debido al CH₄; 0.34 Wm⁻² debido a los halocarbonos; y 0.15 Wm⁻² debido al N₂O, lo cual podemos observar en la Fig. 3 en la que es posible observar la comparación del forzamiento radiativo por diferentes componentes atmosféricos, así como por otros mecanismos ^{PICC}.

Se calcula que el agotamiento observado de la capa de ozono estratosférico (O₃) desde 1979 al 2000 que ha causado un forzamiento radiativo positivo de los halocarbonos se reducirá, como se reducirá la magnitud del forzamiento negativo por el agotamiento del ozono estratosférico cuando la capa de ozono se recupere en el siglo XXI ^{PICC}.

Se calcula que la cantidad total de O₃ en la tropósfera ha aumentado un 36 % desde 1750, principalmente a causa de las emisiones antropógenas de diversos gases que forman el O₃. Esto corresponde a un forzamiento radiativo positivo de 0,35 Wm⁻². El forzamiento del O₃ varía considerablemente de región a región y responde mucho más rápidamente a los cambios en las emisiones que los GEI de larga duración, como el CO^{PICC}.

Los aerosoles antropógenos son efímeros y producen principalmente un forzamiento radiativo negativo. La fuente más importante de aerosoles antropógenos es la quema de combustibles de origen fósil y de biomasa. Estas fuentes también están relacionadas con la degradación de la calidad del aire y la deposición de ácidos^{PICC}.

Los factores naturales han intervenido poco en el forzamiento radiativo del siglo pasado. Se ha calculado que el forzamiento radiativo debido a los cambios en la irradiancia solar desde 1750 es aproximadamente de +0,3 Wm⁻², y la mayor parte de él se produjo en la primera mitad del siglo XX. Desde finales de los años 70, los instrumentos de los satélites han observado pequeñas oscilaciones debidas al ciclo solar de 11 años. Se han propuesto mecanismos para la amplificación de los efectos solares en el clima, pero actualmente falta una base teórica y observaciones rigurosas^{PICC}.

Los aerosoles estratosféricos procedentes de erupciones volcánicas explosivas producen un forzamiento negativo que dura varios años. En los períodos que van de 1880 a 1920 y de 1960 a 1991 ha habido varias erupciones importantes.^{PICC}

Los modelos para simular el clima son necesarios y la confianza en la capacidad de los mismos para proyectar el clima futuro ha aumentado. Los modelos climáticos complejos están basados en la física para lograr cálculos detallados de las retroacciones y de las características regionales. Estos modelos aún no pueden simular todos los aspectos del clima, por ejemplo, aún no explican totalmente la tendencia observada en la diferencia de temperaturas de la superficie y de la troposfera desde 1979 y, además, existen determinadas incertidumbres con respecto a las nubes y a su interacción con la radiación y los aerosoles. No obstante, se ha mejorado la confianza en la capacidad de estos modelos para facilitar proyecciones útiles del clima futuro debido a los buenos resultados que han mostrado en un intervalo de escalas espaciales y temporales. Ha mejorado el conocimiento de los procesos climáticos y su incorporación a los modelos climáticos, incluyendo el vapor del agua, la dinámica del hielo marino y el transporte del calor del océano^{PICC}.

Algunos modelos recientes producen simulaciones satisfactorias del clima actual sin tener que efectuar ajustes no físicos del calor y de los flujos de agua en la interfaz océano-atmósfera utilizada en los modelos anteriores.

Las simulaciones que incluyen cálculos del forzamiento antropógeno y natural reproducen los cambios a gran escala observados en la temperatura de la superficie durante el siglo XX, sin embargo, es posible que no se hubiesen incluido en los modelos los aportes de algunos forzamientos y procesos adicionales. A pesar de ello, la coherencia a gran escala entre los modelos y las observaciones puede emplearse para proporcionar una verificación independiente de los ritmos de calentamiento proyectados para los próximos decenios de acuerdo con un escenario de emisiones dado.

Existe un registro de temperaturas mayor y mejor estudiado y nuevos cálculos de la variabilidad y se han mejorado algunos aspectos de las simulaciones con modelos del ENOA, de los monzones y de la Oscilación del Atlántico Norte, así como de determinados períodos del clima pasado.

Se necesita más investigación para mejorar la capacidad de detectar, asignar y comprender el cambio climático, reducir las incertidumbres y proyectar los cambios climáticos futuros.

El vapor de agua es, con mucho, el gas de efecto invernadero más significativo. No obstante, se estima que el aumento en la producción por el hombre de otros gases de efecto invernadero, tales como el CO₂, ha inducido e inducirá en las próximas décadas un recalentamiento suplementario. El aire caliente, en consecuencia contiene, además, más vapor de agua, lo cual amplía el efecto del recalentamiento producido por el hombre, creándose una retroalimentación negativa que podría ampliar el recalentamiento ^{PICC}.

La temperatura en la superficie de la Tierra sería unos 33-34°C menor de lo que es ahora de no ser por el efecto de la retención natural del calor por parte de gases de efecto invernadero como el Bióxido de Carbono, el metano, el óxido nitroso y, el más importante, el vapor de agua. Las concentraciones de los distintos gases de efecto invernadero habían permanecido estables durante los últimos 10.000 años hasta que, con la industrialización, empezaron a crecer. De no tomarse medidas de control, se espera que el efecto de retención del calor que estos gases de origen humano puedan producir, durante los próximos 50 a 100 años, equivalga a más del doble del nivel de Bióxido de Carbono preindustrial.

El aire, cuanto más caliente, más vapor de agua contiene. Dado que el vapor de agua es un gas de efecto invernadero, una mayor concentración del mismo resultaría en un calentamiento global aún mayor, situación que se observa en un incremento en las llamadas “islas de calor urbanas”, en las cuales al haber más calor hay más nubosidad y por haber más nubosidad se ve reforzado el incremento de calor en las islas de calor urbanas.

Las nubes influyen en el equilibrio térmico de la Tierra reflejando la luz solar (efecto enfriador) y atrapando la radiación infrarroja de la superficie del planeta (efecto calentador). Su participación en el calentamiento global es aún una incógnita en lo que se refiere a la determinación de la magnitud y distribución del cambio climático.

2.2.3. Escenarios

Considerando que la influencia humana seguirá alterando la composición atmosférica durante el siglo XXI por medio de modelos matemáticos se han realizado proyecciones de las concentraciones atmosféricas de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) y de los aerosoles, a fin de hacer proyecciones sobre el clima futuro, Las proyecciones del Informe Especial sobre diferentes escenarios de emisiones (IE-EE), son función de las diferentes opciones en las emisiones y concentración de CO₂, por ser el GEI antropogénico con mayor forzamiento radiativo positivo en el Cambio Climático Global (Figs. 2.6 y 2.7) así como en las emisiones de SO₂, con los que se modelan diferentes escenarios para el incremento de la temperatura ambiental y el nivel del mar ^{PICC}.

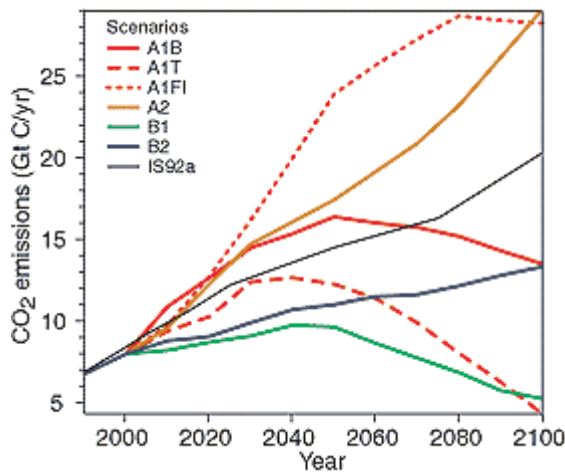


Figura 2.6 Escenario: Emisiones de CO₂ ^{PICC}

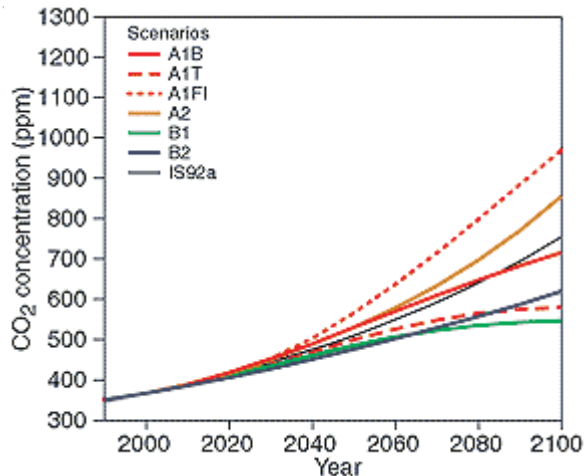


Figura 2.7. Escenario: Concentración de CO₂ ^{PICC}

El escenario A1, de rápido crecimiento global, describe un mundo futuro de crecimiento económico muy rápido, con una rápida producción e introducción de tecnologías más eficaces, y en el que la población mundial alcanza su nivel más alto a mitad del siglo XXI, disminuyendo posteriormente. Los aspectos importantes son: la convergencia entre las diferentes regiones, la capacitación y mayores interacciones culturales y sociales, con una importante reducción de las diferencias regionales en los ingresos per cápita. La familia de escenarios A1 se divide en tres grupos que describen distintas direcciones del cambio tecnológico en el sistema energético, en función de las fuentes de energía intensivas, que pueden ser: de origen fósil (A1F1); de origen no fósil (A1T) o un equilibrio entre las dos fuentes (A1B), definiéndose el equilibrio como la no dependencia excesiva de una fuente de energía concreta, suponiendo que se apliquen ritmos similares de mejoras en todas las formas de aprovisionamiento energético y en las tecnologías de uso final ^{PICC}.

El escenario A2, de crecimiento regional, describe un mundo muy heterogéneo, siendo el aspecto importante la autosuficiencia y preservación de las identidades locales. Los perfiles de fertilidad en las distintas regiones tienden a converger muy lentamente, lo cual acarrea un aumento continuo y constante de población. El desarrollo económico tiene una orientación principalmente regional y el crecimiento económico

per cápita y el cambio tecnológico están muy fragmentados y son más lentos que en otras líneas evolutivas
PICC .

El escenario B1, de crecimiento económico global describe un mundo convergente, con la misma población mundial, que alcanza su nivel más alto a mediados del siglo para disminuir posteriormente, como en la línea evolutiva A1 pero con cambios rápidos en las estructuras económicas hacia una economía de la información y de los servicios, y con reducción en el consumo de materiales e introducción de tecnologías limpias y de recursos eficaces. En esta línea evolutiva se hace hincapié en las soluciones mundiales a la sostenibilidad económica, social y ambiental, lo que comprende una mejora de la equidad, pero sin iniciativas climáticas adicionales^{PICC}.

El escenario B2, de crecimiento poblacional, describe un mundo en el que se hace hincapié en las soluciones locales a la sostenibilidad económica, social y ambiental. Se trata de un mundo cuya población mundial crece continuamente a un ritmo menor al de la línea evolutiva A2, con niveles medios de desarrollo económico y cambios tecnológicos más rápidos y más variados que en las líneas evolutivas B1 y A1. Aunque el escenario también está orientado hacia la protección ambiental y la equidad social, centrándose en los niveles local y regional^{PICC}.

2.2.3.1. Escenarios de emisión de Gases de Efecto Invernadero GEI

Es prácticamente seguro que las emisiones de CO₂ debidas a la quema de combustible de origen fósil, serán la influencia dominante en las tendencias de concentración atmosférica de CO₂ durante el siglo XXI y al aumentar las concentraciones de CO₂ en la atmósfera, se incrementarían los efectos climáticos en sistemas naturales y biológicos. En caso de que se diera una estabilización en las concentraciones de CO₂, la atmósfera, el océano y la superficie terrestre absorbería CO₂ en forma más lenta y esto provocaría una retroacción climática.

De acuerdo a los modelos, hacia 2100, se prevén concentraciones atmosféricas de CO₂ en un amplio rango de 540 a 970 ppm, en función de la variabilidad de escenarios, lo que representa un incremento de 90 % a 250 % por encima de la concentración de 280 ppm del año 1750, (Fig. 10). incluyendo la disminución de la absorción de CO₂ de tierras y océanos^{PICC}.

Los cambios en el uso de la tierra influyen en la concentración atmosférica del CO₂. Hipotéticamente, si todo el carbono emitido por los cambios de uso de la tierra que se han producido a lo largo de la historia pudiera devolverse a la biosfera terrestre durante el siglo por ejemplo, mediante la reforestación, la concentración de CO₂ disminuiría entre 40 y 70 ppm, por un incremento en el proceso de la fotosíntesis lo que representaría una disminución en la concentración de 7.4 % a 13 % con respecto a una concentración de 540 ppm y de 4.12 % a 7.21% y con respecto a una concentración de 970 ppm^{PICC}.

Los cálculos por modelo de las concentraciones de GEI distintos al CO₂ para el año 2100 varían considerablemente a lo largo de los escenarios ilustrativos del IE-EE: cambios en el CH₄ de -190 a +1970 ppm (la concentración actual es de 1760 ppm); cambios en el N₂O de +38 a +144 ppm (la concentración actual es de 316 ppm); cambios en el O₃ troposférico de -12 a +62 %, y un amplio intervalo de cambios en las concentraciones de HFC, PFC y SF₆, todos ellos con respecto al año 2000. En algunos escenarios, el O₃ troposférico total se convertiría en un agente de forzamiento radiativo tan importante como el CH₄ y, en gran parte del hemisferio norte, amenazaría el logro de los objetivos actuales de calidad del aire ^{PICC}.

Las reducciones en las emisiones de GEI y de los gases que controlan su concentración serían necesarias para estabilizar el forzamiento radiativo. Por ejemplo, para la mayoría de gases antropógenos importantes de efecto invernadero, los modelos del ciclo del carbono indican que la estabilización de las concentraciones atmosféricas de CO₂ en 450, 650 ó 1000 ppm exigiría que las emisiones antropógenas mundiales de CO₂ bajasen por debajo de los niveles de 1990 en unos decenios, en un siglo o en dos siglos, respectivamente, y siguiesen disminuyendo constantemente después. A largo plazo, las emisiones de CO₂ tendrían que disminuir y alcanzar el nivel de una pequeña fracción de las emisiones actuales.

2.2.3.2. Escenarios de emisión de Aerosoles

Los Aerosoles son un conjunto de partículas sólidas o líquidas en suspensión en el aire, cuyo tamaño es en promedio de 0,01 mm y que permanecen en la atmósfera como mínimo durante varias horas. Los aerosoles pueden ser de origen natural o antropógeno. Los aerosoles pueden influir en el clima de dos maneras: en forma directa, mediante la dispersión y la absorción de la radiación, y en forma indirecta, al actuar como núcleos de condensación para la formación de nubes o al modificar las propiedades ópticas y el período de vida de las nubes.

Los escenarios del IE-EE incluyen la posibilidad de aumentos y disminuciones en los aerosoles antropógenos, aerosoles de biomasa, aerosoles de hollín y de carbón orgánico, según la amplitud con que se utilice el combustible de origen fósil y las políticas para disminuir las emisiones contaminantes. Además, se prevé que los aerosoles naturales (por ejemplo, la sal marina, el polvo y las emisiones de la producción de aerosoles de sulfatos y aerosoles de carbono) aumentarán como consecuencia de los cambios en el clima.

Conforme a los escenarios del IE-EE en relación al año 2000, el forzamiento radiativo medio mundial debido a los GEI seguirá aumentando en el siglo XXI y la parte atribuible al CO₂ pasará de un poco más de la mitad a las tres cuartas partes. Se prevé que el cambio en el forzamiento radiativo directo e indirecto de los aerosoles sea de una magnitud menor a la del CO₂ ^{PICC}.

2.2.3.3. Escenarios en el Clima del Siglo XXI

De acuerdo a los escenarios del IE-del PICC se prevé que la temperatura media y el nivel del mar mundiales suban. Con el fin de hacer proyecciones del clima futuro, los modelos tienen en cuenta las emisiones pasadas y futuras de gases de efecto invernadero y de aerosoles. Por consiguiente, incluyen estimaciones del calentamiento hasta la fecha y la contribución de las emisiones del pasado al calentamiento futuro.

Se prevé que la temperatura media mundial de la superficie aumente de 1,4 a 5,8°C, en función de los escenarios de incremento de Emisiones de CO₂ (Figura 2.8), durante el período 1990-2100, y mayores que los escenarios que en 1992 consideraban el rango entre 1 y 3,5°C. Las mayores temperaturas previstas y el mayor intervalo se deben principalmente a emisiones contempladas de anhídrido sulfuroso. El ritmo de calentamiento previsto es mucho mayor que los cambios observados durante el siglo XX y es muy probable que sea algo sin precedente durante al menos los últimos 10,000 años, de acuerdo con los datos paleo climáticos^{PICC}.

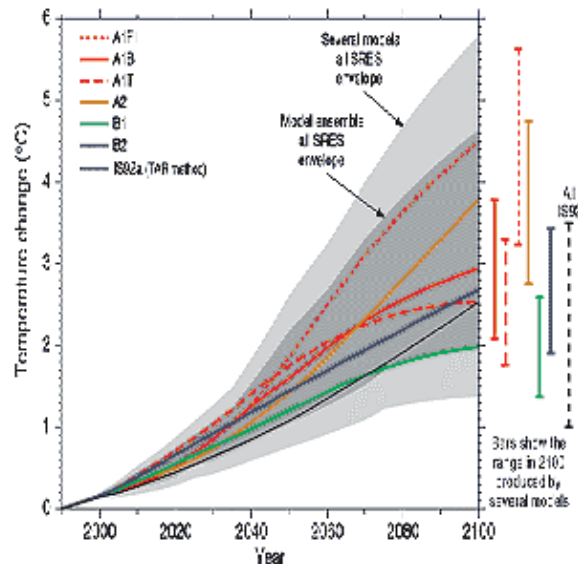


Fig. 2.8. Escenario: Incremento de Temperatura (°C)^{PICC}

En la escala de tiempo de varios decenios, el ritmo de calentamiento actual observado puede utilizarse para forzar la respuesta proyectada a un determinado escenario de emisiones a pesar de la incertidumbre en la sensibilidad climática. Este método indica que el calentamiento antropógeno se situará probablemente en el intervalo de 0,1 a 0,2°C por decenio mínimo^{PICC}. Conforme a las recientes simulaciones mundiales y a las evidencias actuales, es muy probable que casi todas las zonas terrestres se calentarán más rápidamente que la media mundial, especialmente las situadas en latitudes altas del Hemisferio Norte en la estación fría. Entre los casos más destacados se encuentra el calentamiento en las regiones septentrionales de Norteamérica y en Asia central y del norte, zona que supera el calentamiento mundial medio en cada modelo en más del 40%. En cambio, el calentamiento es inferior al cambio medio mundial en el sur y sureste de Asia en verano y en la región austral de Sudamérica en invierno^{PICC}.

En muchos modelos se prevé que continuarán las recientes tendencias de la temperatura de la superficie con un comportamiento similar a las observadas en las corrientes de El Niño en el Pacífico tropical, con un calentamiento mayor en el Pacífico tropical oriental que en el occidental, lo cual supone un desplazamiento hacia el este de las precipitaciones. Durante el siglo XXI se prevé un aumento de la concentración de vapor de agua y de las precipitaciones mundiales medias, de acuerdo con las simulaciones mundiales, con modelos y para un amplio rango de modelos. Es probable que en la segunda mitad del siglo aumenten las precipitaciones en latitudes septentrionales medias y altas y en la Antártida en invierno. En latitudes bajas se considera podría haber aumentos y disminuciones regionales en las zonas terrestres y es muy probable que se den grandes variaciones anuales de precipitaciones en la mayoría de las zonas donde se ha previsto un aumento de las precipitaciones medias ^{PICC}.

En lo que se refiere a otros fenómenos extremos, muchos de los cuales ejercen un impacto importante en el medio ambiente y en la sociedad, actualmente no hay suficiente información para evaluar las tendencias recientes, y los modelos climáticos carecen de la precisión espacial necesaria para hacer proyecciones confiables. Por ejemplo, los fenómenos a escala muy pequeña, como las tormentas, los tornados, las granizadas y las descargas eléctricas, aún no es posible simularlas en los modelos climáticos ^{PICC}.

El grado de confianza en las proyecciones de los cambios en la frecuencia, amplitud y configuración espacial futuros de los fenómenos de El Niño en el Pacífico tropical se ve disminuido por algunas deficiencias acerca de la precisión con que los modelos complejos lo simulan. Las proyecciones actuales muestran poco cambio o un ligero aumento en la amplitud de los fenómenos de El Niño en los próximos cien años e incluso sin cambios; es probable que el calentamiento mundial produzca mayores extremos en la desecación y en las fuertes cantidades de lluvia y un aumento del riesgo de sequías e inundaciones asociadas al fenómeno El Niño ^{PICC}.

La circulación termohalina es la gran circulación de los océanos, determinada por la densidad, en función de las diferencias de temperatura y salinidad. En el Atlántico norte, la circulación termohalina consiste en una corriente superficial de agua cálida que fluye hacia el norte y una corriente profunda de agua fría que fluye hacia el sur, que sumadas dan como resultado un transporte neto de calor hacia los polos. El agua de la superficie se hunde en zonas muy restringidas de flujo descendente ubicadas en latitudes altas. La mayoría de modelos muestra un debilitamiento de la circulación termohalina de los océanos que ocasiona una reducción del transporte del calor hacia las latitudes altas del Hemisferio Norte. No obstante, incluso en los modelos en los que la circulación termohalina disminuye, existe todavía un calentamiento en Europa debido a la mayor cantidad de GEI. Las proyecciones actuales que utilizan modelos climáticos no sugieren que se detendrá la circulación termohalina hacia el año 2100, pero más allá del año 2100 la circulación termohalina podría detenerse, y posiblemente de manera irreversible, en cualquiera de los hemisferios, si el cambio en el forzamiento radiativo es suficientemente grande y duradero ^{PICC}.

Se prevé que los glaciares y los casquetes de hielo en el Hemisferio Norte prosigan su retirada generalizada durante el siglo XXI y que la capa de hielo de Groenlandia probablemente pierda masa debido al aumento del deshielo; asimismo, es probable que la capa de hielo del Antártico crezca debido a mayores precipitaciones. Se han manifestado inquietudes acerca de la estabilidad de la capa de hielo del oeste del Antártico, ya que está asentada debajo del nivel del mar. No obstante, actualmente se acepta que es muy improbable, con un 10 a 33% de certidumbre, que la pérdida del hielo asentado en tierra produzca una subida importante del nivel del mar durante el siglo XXI, aunque su dinámica todavía no se comprende muy bien, especialmente para proyecciones en escalas temporales mayores ^{PICC}.

Se prevé que el nivel mundial medio del mar subirá entre 0,09 y 0,88 metros entre 1990 y 2100 para el intervalo completo de escenarios del IE-EE. y se debe principalmente a la expansión térmica y a la pérdida de masa de los glaciares y de los casquetes de hielo (Fig. 2.9) ^{PICC}.

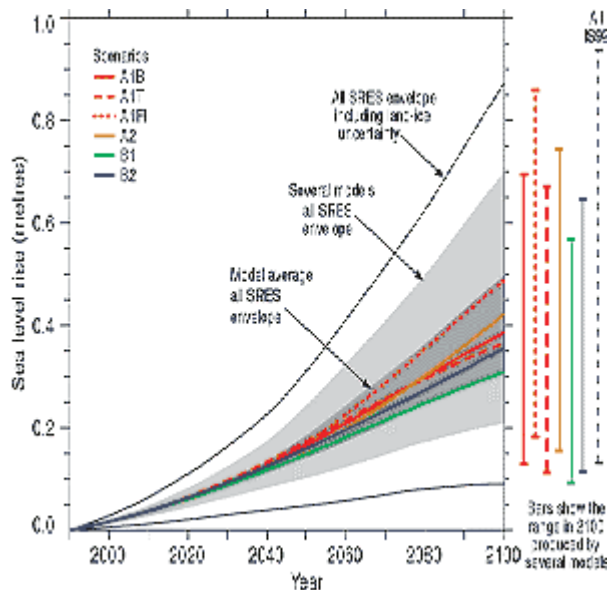


Figura 2.9. Rango de Incremento en el mar, función de los escenarios. ^{PICC}

El intervalo de aumento del nivel del mar que se había considerado antes del último informe del PICC, era de 0,13 a 0,94 metros en función del modelado de escenarios anteriores. A pesar de las proyecciones de cambios de temperatura mayores en esta evaluación, las proyecciones para el nivel del mar son ligeramente inferiores, principalmente a causa de las mejoras en los modelos, que atribuyen una contribución menor de los glaciares y de las capas de hielo.

2.2.3.4. Escenarios en el Clima de Siglos futuros

Las emisiones de CO₂, N₂O, PFC, SF₆, tienen un efecto a mediano y a largo plazo en la composición atmosférica y en el forzamiento radiativo y en el clima, por lo que el cambio climático perdurará muchos siglos. Una vez que se hayan estabilizado las concentraciones de GEI, las temperaturas promedio

mundiales de la superficie subirían a un ritmo menor, de sólo unas décimas de grado por siglo, en vez de varios grados por siglo como se proyecta para el siglo XXI sin estabilización. Cuanto menor sea el nivel al que se estabilicen las concentraciones y más rápida sea la estabilización, menor será el cambio en el incremento de la temperatura ^{PICC}.

Se prevé que la subida de la temperatura media mundial de la superficie y la subida del nivel del mar debida a la expansión térmica del océano continuará durante cientos de años tras la estabilización de las concentraciones de los GEI e incluso a los niveles actuales, debido a la larga escala temporal con que se ajustan las profundidades del océano a los cambios climáticos.

Las capas de hielo seguirán reaccionando ante el calentamiento climático y contribuirán a la subida del nivel del mar durante cientos de años una vez que se establezca el clima. Los modelos climáticos indican que probablemente el calentamiento local sobre Groenlandia será de una a tres veces el del promedio mundial. Los modelos sobre la capa de hielo prevén que con un calentamiento local superior de 3° C a 5.5° C, de ser constante durante milenios, entrañaría la fusión casi completa de la capa de hielo de Groenlandia, y esto probablemente supondría una subida del nivel del mar de 3 metros, de acuerdo a los modelos actuales sobre la dinámica de los hielos pero estos resultados dependen mucho de las hipótesis de los modelos con respecto a los escenarios de cambio climático, la dinámica de los hielos y otros factores ^{PICC}.

2.2.4. Consecuencias del Cambio Climático.

La vulnerabilidad de la población humana y de los sistemas naturales al cambio climático varía sensiblemente entre las regiones y entre las poblaciones al interior de las regiones. Las diferencias regionales en el clima y en el cambio previsto del clima dan lugar a una exposición distinta a los estímulos climáticos a través de las regiones. Los sistemas naturales y sociales de las diversas regiones tienen múltiples características, recursos e instituciones, y están sometidos a una diversidad de presiones que dan lugar a diferencias de sensibilidad y de capacidad de adaptación. A partir de estas diferencias surgen inquietudes importantes que son distintas en cada una de las principales regiones del mundo. Además, incluso dentro de una región, variarán los impactos, en función de la capacidad de su vulnerabilidad y su probable adaptación. Considerando todos estos aspectos, es probable que todas las regiones sufran ciertos efectos adversos por el cambio climático, pero para algunas regiones el riesgo será mayor por ser más vulnerables por su exposición física a los peligros del cambio climático y por su limitada capacidad de adaptación ^{PICC}.

La mayoría de las regiones menos desarrolladas son especialmente vulnerables ya que una parte importante de su economía corresponde a sectores sensibles al clima lo que representa una baja capacidad de adaptación por razón de niveles escasos de recursos humanos, financieros y naturales, así como por su capacidad limitada de tipo institucional y tecnológico, ejemplo de ello son los Pequeños Estados Insulares y

las áreas costeras de poca altura, que son particularmente vulnerables a la subida del nivel del mar y a las tormentas, por lo que la mayoría de estos Estados tienen una capacidad limitada de adaptación ^{PICC}.

Se considera que los impactos del cambio climático en las regiones polares serán grandes y rápidos, incluida la reducción de la extensión de la capa de hielo sobre el mar y su espesor, así como el deterioro del permafrost. Los cambios adversos de corrientes de los ríos con comportamiento estacional, las inundaciones y las sequías, la seguridad de alimentos, las pesquerías, y los efectos en la salud, así como la pérdida de la diversidad biológica constituyen algunas de las vulnerabilidades regionales más importantes y de las inquietudes en África, América Latina, y Asia donde las oportunidades de adaptación son en general bajas; e incluso en regiones con más elevada capacidad de adaptación tales como Norteamérica, Australia y Nueva Zelanda, hay comunidades vulnerables tales como pueblos indígenas, y en términos generales es muy limitada la posibilidad de adaptación de los ecosistemas. En Europa, la vulnerabilidad es significativamente mayor en la parte meridional y en el Ártico en comparación con otras partes de la región ^{PICC}.

2.2.4.1. Sistemas naturales

Los recientes cambios climáticos regionales, particularmente los aumentos de la temperatura han influido ya en muchos sistemas físicos y biológicos en muchas partes del mundo (Figura 2.10)

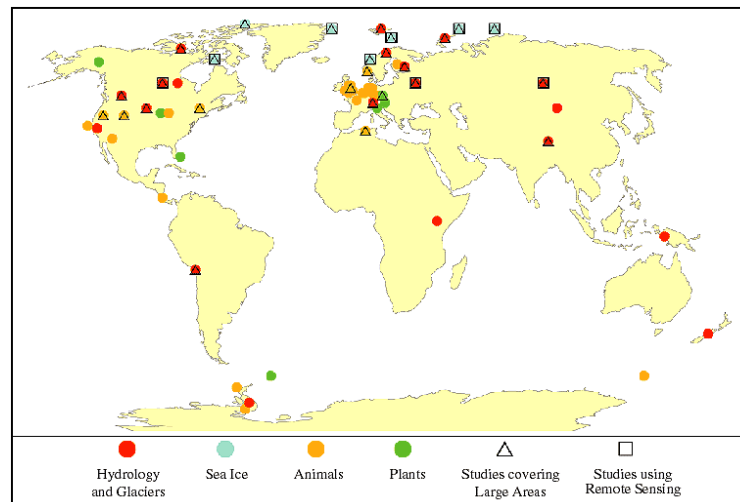


Figura 2.10: Impactos Documentados del Cambio Climático ^{PICC}

Entre los cambios observados pueden citarse como ejemplos la contracción de los glaciares, el deshielo de permafrost, y la anticipación del deshielo de las superficies de ríos y lagos, el alargamiento de las estaciones de desarrollo de las plantas a latitudes medias a altas, los desplazamientos de las zonas de plantas y animales hacia el polo y a mayores altitudes, las disminuciones de algunas poblaciones de plantas y animales, y el florecimiento temprano de árboles, la emergencia de insectos y la puesta de huevos de los pájaros. Hay muchos documentos de prueba de que existe una asociación entre los cambios de temperaturas regionales y los cambios observados en sistemas físicos y biológicos en muchos entornos acuáticos, terrestres y marinos ^{PIIC}.

Los estudios anteriormente mencionados y mostrados se dedujeron de una revisión bibliográfica, seleccionándose estudios realizados durante años, por 20 o más, de modificaciones de los sistemas biológicos y físicos que pudieran estar relacionados con cambios regionales de incremento de temperatura. En la mayoría de los casos en los que se detectaron cambios de los sistemas biológicos y físicos, estos cambios habían ocurrido en el sentido previsto en base a mecanismos conocidos ^{PIIC}.

En muchas partes del mundo, pueden ser importantes los impactos relacionados con las precipitaciones y desafortunadamente en la actualidad, se carece de datos sistemáticos simultáneos, climáticos y biofísicos, realizados durante tiempo suficiente, 2 o más decenios, lo cual se considera necesario para la evaluación de los impactos de la precipitación ^{PIIC}.

Factores tales como el cambio de utilización de los terrenos y de la contaminación influyen también en estos sistemas físicos y biológicos por lo que es difícil atribuir los cambios a causas particulares en casos concretos. No obstante, y en conjunto, los cambios observados de estos sistemas están en consonancia, en cuanto a su sentido y a su acaecimiento en distintos lugares o regiones con los efectos previstos de cambios regionales de temperatura. En consecuencia, existe un grado de confianza alta acerca de la influencia que los recientes cambios climáticos regionales particularmente los aumentos de la temperatura, han tenido ya en muchos sistemas físicos y biológicos ^{PIIC}.

Los sistemas naturales son Vulnerables al cambio climático y algunos quedarán irreversiblemente dañados, dada su limitada capacidad de adaptación, algunos de estos pueden sufrir daños significativos e irreversibles y que variará en función del tipo de escenario futuro ^{PIIC}.

Entre los sistemas naturales que están en peligro, se incluyen los glaciares, los arrecifes de coral y atolones, los manglares, los bosques boreales y tropicales, los ecosistemas, polares y alpinos, los humedales de praderas, y los remanentes de tierras de pastoreo nativas. Aunque pueda aumentar la abundancia o la extensión de algunas especies, el cambio climático hará que sean más graves los peligros actuales de extinción de algunas especies más vulnerables y en consecuencia un incremento en la pérdida de diversidad biológica. Está bien establecido que la amplitud geográfica de los daños o de la pérdida, así como el número de sistemas afectados aumentará con la magnitud y la rapidez del cambio climático ^{PIIC}.

2.2.4.2. Ecosistemas terrestres.

Los estudios de modelado de vegetación continúan demostrando la posibilidad de una perturbación importante de los ecosistemas en virtud del cambio climático, con una elevada confiabilidad. La migración de los ecosistemas o de los biomas como unidades discretas no es probable que ocurra; en su lugar en determinado emplazamiento, se modificará la composición y el predominio de algunas especies. Los resultados de estos cambios estarán retardados respecto a los cambios del clima por varios años, o por varios decenios e incluso siglos ^{PIIC}.

La distribución, el tamaño de las poblaciones, la densidad de la población y el comportamiento de la fauna silvestre han sido y continuarán siendo afectados directamente por cambios del clima mundial o regional, e indirectamente por cambios de la vegetación. El cambio climático llevará a un movimiento hacia los polos de las fronteras de distribución de peces de agua dulce, junto con la pérdida de hábitat para peces de agua fría y fresca, y el aumento de hábitat para peces de aguas calientes, con una alta confiabilidad. Las especies y las poblaciones ya están muy amenazadas, y se espera que el riesgo aumente por la sinergia entre el cambio climático que afecta a parte de los hábitats actuales inadaptables a muchas especies y el cambio en el uso de la tierra que fragmenta los hábitats y levanta obstáculos a la migración de las especies. Sin una adecuada gestión, estas presiones llevarán a que algunas especies actualmente clasificadas como "críticamente amenazadas" se extingan y a que la mayoría de las denominadas "amenazadas o vulnerables" sean más escasas y, por lo tanto, se acerquen a su extinción en el siglo XXI, predicción que tiene una alta confiabilidad ^{PIIC}.

Entre los posibles métodos de adaptación para reducir los riesgos planteados a las especies podrían incluirse: 1) establecimiento de refugios, parques naturales y reservas con corredores para permitir la migración de las especies, y 2) uso de crías en cautiverio y traslado a otros lugares. Sin embargo, estas opciones están limitadas por su costo ^{PIIC}.

Parecería que los ecosistemas terrestres están almacenando cantidades crecientes de carbono, en gran medida por un aumento en la productividad de las plantas por razón de la interacción entre una concentración elevada de CO₂, temperaturas en aumento, y cambios de la humedad de los suelos, sin embargo, resultados recientes confirman que ocurren ganancias de productividad, pero sugieren que son más pequeñas que lo indicado en los experimentos de laboratorio con plantas. En base a lo anterior, el grado con el que los ecosistemas terrestres continúen siendo sumideros netos de carbono no es seguro debido a las interacciones complejas entre factores como altas concentraciones de CO₂, altas temperaturas, pero una disminución en la humedad del suelo por una mayor evaporación, por lo que los sistemas biológicos que pueden capturar CO₂ para fotosíntesis son tanto un sumidero como una fuente de carbono por cambios en el uso del suelo ^{PIIC}.

En sentido opuesto, los estudios del mercado mundial de maderas en los que se incluyen adaptaciones por gestión de terrenos y de productos, incluso sin proyectos de silvicultura que aumenten la captación y almacenamiento de carbón, sugieren que una pequeña magnitud del cambio climático aumentaría el suministro mundial de maderas y mejoraría las actuales tendencias hacia una mayor parte del mercado en los países en desarrollo. Los consumidores pudieran beneficiarse de precios de madera más bajos mientras que los productores pudieran ganar o perder dependiendo de cambios regionales de productividad maderera ^{PIIC}.

2.2.4.3. Ecosistemas marinos y costeros.

Los océanos son un componente integral y reactivo al sistema climático, lo que repercute en importantes alteraciones físicas y biogeoquímicas en su propia dinámica: Se reconoce que alteraciones en los océanos, como p.ej., la Oscilación Decenal del Pacífico influye fuertemente en la dinámica de abundancia de peces y su población, con impactos significativos en las sociedades humanas que dependen de la pesca. Se prevé que entre los impactos a gran escala del cambio climático en los océanos se incluyan aumentos de la temperatura de la superficie del mar y de su nivel medio en el mundo por una disminución de la cubierta de las capas de hielo sobre el mar y cambios de salinidad, condiciones de las olas, y circulación de los océanos^{PICC}.

Muchas zonas costeras experimentarán inundación, por el aumento en el nivel del mar, y con ello consecuencias como una erosión acelerada, pérdida de humedales y de manglares, e intrusión de agua del mar en las fuentes de agua dulce^{PIIC}. Las costas de altas latitudes experimentarán nuevos impactos relacionados con una mayor energía de las olas y un deterioro del permafrost. Los cambios del nivel relativo del mar variarán localmente, debido a ascensos o subsidencias causados por otros factores^{PIIC}.

Los impactos en ecosistemas costeros diversos y productivos como los arrecifes de coral, los atolones y las islas coralíferas, los pantanos de agua salada y los bosques de manglares dependerán del ritmo de aumento del nivel del mar en relación con los ritmos de crecimiento y de suministro de sedimentos, espacio y obstáculos para la migración horizontal, cambios del entorno clima-océanos como la temperatura de la superficie del mar y frecuencia en la ocurrencia de temporales, así como presiones procedentes de actividades humanas en las zonas costeras. Los episodios de blanqueo de corales en los últimos 20 años han estado asociados a varias causas, incluidos los aumentos de temperatura de los océanos. Con una alta confiabilidad se puede considerar que el calentamiento futuro de la superficie del mar aumentaría el estrés en los arrecifes de coral y llevaría a una mayor frecuencia de enfermedades marinas^{PIIC}.

En las evaluaciones de estrategias de adaptación de zonas costeras se ha desplazado el énfasis alejándose de estructuras de protección fuerte de la línea costera, p.ej., murallas de mar, espigones, hasta medidas de protección débil, p.ej., relleno de las playas, retiros administrados y resiliencia mejorada de los sistemas biofísicos y socioeconómicos en las regiones costeras. Las opciones de adaptación para gestión costera y marina son más eficaces cuando están acompañadas de políticas en otras esferas, tales como planes de mitigación de catástrofes y planificación del uso de la tierra^{PIIC}.

2.2.4.4. Sistemas humanos.

2.2.4.4.1. Efectos y vulnerabilidad en la Hidrología y recursos del agua.

El efecto del cambio climático en el flujo de circulación superficial y en la recarga de aguas subterráneas varía de una región a otra y de un escenario climático a otro, sobre todo en función de las proyecciones de

cambio de las precipitaciones. Una predicción constante en la mayoría de los escenarios de cambio climático indica que aumentará el flujo de circulación superficial medio anual de media a altas latitudes^{PICC}.

En la mayoría de las zonas, incluidas las latitudes medias, no hay una clara uniformidad en las predicciones de flujo de circulación, en parte por diferencias en la previsión de lluvias y en parte por diferencias de la evaporación prevista que pueden compensar los aumentos de la lluvia. Se prevé un retroceso acelerado de la mayoría de los glaciares y que puedan desaparecer muchos pequeños glaciares, con una alta probabilidad. En general, los cambios previstos del promedio de escorrentía anual son menos firmes que los impactos basados únicamente en cambios de la temperatura, puesto que los cambios de precipitación varían más de un escenario a otro. A escala de captación de aguas, el efecto de determinado cambio del clima varía en función de las características físicas y de la vegetación de las zonas de captación de aguas, y puede además añadirse a cambios de la cubierta de tierra^{PICC}.

Aproximadamente 1700 millones de personas, una tercera parte de la población del mundo, viven en la actualidad en países sometidos a tensiones de escasez de agua -que se define como un uso de más del 20% de su suministro renovable, indicador comúnmente utilizado para la tensión de escasez de agua-, por lo que se prevé que este número aumente aproximadamente a 5 mil millones al año 2025, en función del índice de la tasa de crecimiento de la población. El cambio climático previsto pudiera hacer que disminuya aún más el flujo superficial de corrientes y la recarga de aguas subterráneas en muchos de estos países que sufren escasez de agua, por ejemplo en Asia central, África meridional, y países limítrofes al Mediterráneo pero puede aumentar en algunos otros, como en la región septentrional del Hemisferio Norte.

Aumenta la demanda de agua debido al crecimiento de la población y al desarrollo económico pero disminuye en algunos países por una mayor eficiencia en su utilización. No es probable que el cambio climático tenga un influjo importante en la demanda municipal e industrial de aguas en general, pero puede de modo significativo influir en el suministro para regadío que depende de que los aumentos de evaporación estén compensados o agravados por cambios de la precipitación. Por consiguiente, las temperaturas más elevadas, con una demanda mayor de evaporación en las cosechas, significa que la tendencia general se dirigirá hacia un aumento de las demandas de agua para regadío^{PICC}.

La magnitud y la frecuencia de las inundaciones podría aumentar en muchas regiones como consecuencia de una creciente ocurrencia de sucesos de precipitación fuerte, incluyendo a llanuras destinadas a cultivos para alimento humano. El cambio en la utilización de los terrenos puede agudizar tales sucesos. Disminuiría en muchas zonas el flujo superficial de corrientes durante períodos de circulación baja estacional debido a una mayor evaporación; los cambios de precipitación pueden agudizar o desplazar los efectos de un aumento de la evaporación. El cambio climático previsto deterioraría la calidad de las aguas por temperaturas mayores del agua y por una mayor carga de contaminantes e inundaciones procedentes de zonas para desechos. La calidad del agua se degradaría más al disminuir la circulación de la misma, pero si aumentara la circulación podrían mitigarse hasta cierto punto algunos deterioros de su calidad, al aumentar

la disolución. En los lugares donde las nevadas son actualmente un componente importante del equilibrio hídrico, una mayor proporción de precipitaciones en invierno puede convertirse en lluvia y esto podría llevar a un flujo de corrientes de máxima intensidad que se desplazaría de la primavera al invierno^{PIIC}.

Es probable que haya una máxima vulnerabilidad en los sistemas hídricos mal administrados y en los sistemas que están actualmente bajo tensión o cuya gestión es deficiente e insostenible, debido a políticas que desalientan al uso eficaz o la protección de la calidad del agua, o a causas como una gestión inadecuada de las cuencas fluviales, a no administrar el suministro variable de aguas y su demanda o a la inexistencia de orientación profesional bien fundada. En sistemas con inadecuada gestión apenas hay estructuras establecidas para amortiguar los efectos de la variabilidad hidrológica en cuanto a la calidad del agua y su suministro. En sistemas de gestión insostenible, la utilización del agua y de los terrenos puede incrementar la tensión con lo que se aumentaría la vulnerabilidad al cambio climático^{PIIC}.

Los métodos de gestión de los recursos hídricos, particularmente aquellos de gestión integrada, pueden ser aplicados para adaptarse a los efectos hidrológicos del cambio climático y a nuevas incertidumbres, a fin de que disminuyan las vulnerabilidades. En la actualidad, los enfoques referentes al suministro, ej., mayores defensas frente a inundaciones, construcción de represas, utilización de zonas de reserva de agua, incluidos los sistemas naturales, mejoras de la infraestructura para recolección y distribución del agua, son más ampliamente utilizados que los referentes a la demanda, que alteran la exposición a la tensión; aunque estos últimos sean ahora objeto de una mayor atención. Sin embargo, la capacidad de aplicar respuestas de gestión eficaces está desequilibradamente distribuida por todo el mundo y es baja en muchos países con economías en transición y en desarrollo^{PIIC}.

2.2.4.4.2. Agricultura y seguridad en alimentos.

Sobre la base de la investigación experimental y en consecuencia con una confiabilidad media es posible considerar que la respuesta del rendimiento de las cosechas al cambio climático es muy variable, dependiendo de las especies y de los cultivos, características del suelo, plagas y patógenos, efectos directos del Bióxido de Carbono (CO₂) en las plantas, así como las interacciones entre el CO₂, la temperatura del aire, el estrés hídrico, la nutrición mineral, la calidad del aire, y las respuestas de adaptación. Incluso cuando concentraciones fuertes de CO₂ puedan estimular el crecimiento de las cosechas y el rendimiento, este beneficio no siempre puede contrarrestar los efectos negativos de un calor y una sequía excesivos. Estos adelantos, junto con adelantos de investigación sobre la adaptación agrícola, han sido incorporados a modelos utilizados para evaluar los efectos del cambio climático en el rendimiento de cosechas, suministro de alimentos, ingresos de las granjas y precios^{PIIC}.

Se incrementarán los costos para enfrentarse a pérdidas de rendimiento inducidas por el clima y para adaptar los sistemas de producción de ganado. Entre estas opciones de adaptación de la agronomía y de la

ganadería pueden incluirse, por ejemplo, ajustes de las fechas para plantar, tasas de fertilización, aplicación de riegos, características de los cultivos y selección de especies animales^{PIIC}.

Cuando se incluye la adaptación agronómica, las evaluaciones con modelos de cosechas indican, con confianza de media a baja, que el cambio climático llevará a unas respuestas, que será en general positiva, cuando sean pocos °C el incremento de calentamiento, y será en general negativa en el rendimiento de cosecha a latitudes medias cuando la diferencia en °C sea significativa en calentamiento, dependiendo esto de la especie, ya que sus requerimientos y su tolerancia es diferente en cada una de ellas. Otras evaluaciones análogas indican que el rendimiento de algunas cosechas en los trópicos disminuiría en general incluso con aumentos mínimos de la temperatura, porque tales cosechas están cerca de su máxima tolerancia al aumento de la temperatura y en esas regiones predomina la agricultura dependiente de la lluvia natural por lo que una disminución de la lluvia, afectaría el rendimiento de las cosechas tropicales y esto es una influencia negativa^{PIIC}.

La mayoría de los estudios económicos mundiales y regionales a los que no se ha incorporado el cambio climático indican que la tendencia descendente de los precios mundiales de mercaderías del siglo XX probablemente continuará en el siglo XXI, aunque la confianza en estas predicciones disminuye más cuando se avanza hacia el futuro. Las evaluaciones de modelos económicos indican que los impactos del cambio climático en la producción agrícola y en los precios podrían llevar pequeños porcentajes de cambio de ingresos mundiales, con aumentos mayores en las regiones más desarrolladas y aumentos menores o disminuciones en las regiones en desarrollo. La mayor confianza en estas conclusiones depende de una ulterior investigación acerca de la sensibilidad de las evaluaciones de modelos económicos a sus hipótesis básicas^{PIIC}.

La mayoría de los estudios indica que aumentos de la temperatura media anual mundial de pocos °C, o más, ocasionarían un aumento de los precios de alimentos debido a una disminución del ritmo de expansión del suministro mundial de alimentos en comparación al crecimiento de la demanda de alimentos mundiales. Con magnitudes de calentamiento inferiores, a unos pocos °C, los modelos económicos no distinguen claramente lo que corresponde al cambio climático y lo debido a otras fuentes de cambio, en función de los estudios incluidos en esta evaluación. En algunos estudios recientes, en que se han sumado los efectos, se han estimado impactos económicos en poblaciones vulnerables tales como productores de pequeño tamaño y consumidores urbanos pobres. Estos estudios concluyen que el cambio climático haría disminuir los ingresos de poblaciones vulnerables y aumentaría el número absoluto de personas con riesgo de pasar hambre. Se estableció, aunque sólo parcialmente que el cambio climático, principalmente por conducto de un aumento de los fenómenos extremos y desplazamientos temporales y espaciales, empeorará la seguridad de alimentos en África^{PIIC}.

2.2.4.4.3. Salud humana.

Se comprenden mejor los impactos en la salud humana debido a episodios meteorológicos a corto plazo y vinculados con períodos de tensión térmica por contaminación atmosférica: los impactos de tormentas e inundaciones y el influjo de la variabilidad climática estacional e interanual en enfermedades infecciosas, así mismo, se comprenden también mejor los determinantes de la vulnerabilidad de las poblaciones a impactos adversos en la salud y las posibilidades de reacciones de adaptación ^{PIIC}.

Se sabe que muchas enfermedades infecciosas transmitidas por vectores, alimentos y agua son sensibles a cambios de las condiciones climáticas. En la mayoría de los estudios de modelos predictivos, se llega a la conclusión, con una confiabilidad de media a alta de que, en algunos escenarios de cambio climático, habría un aumento neto de la extensión geográfica de transmisión posible de paludismo y de dengue, dos infecciones transmitidas por vectores, vinculados a la presencia de inundaciones o agua estancada, y cada una de las cuales amenaza en la actualidad entre el 40% y el 50% de la población del mundo. Dentro de sus zonas de influjo actuales, éstas y muchas otras enfermedades infecciosas tienen la tendencia a aumentar su incidencia y estacionalidad, aunque ocurrirían disminuciones regionales de algunas enfermedades infecciosas. En todos los casos, sin embargo, la presencia real de la enfermedad está fuertemente influenciada por condiciones ambientales locales, circunstancias socioeconómicas e infraestructura de salud pública ^{PIIC}.

Con una alta probabilidad, se puede considerar que el cambio previsto del clima estará acompañado de un aumento de olas de calor, frecuentemente exacerbadas por un aumento de la humedad y de la contaminación atmosférica urbana que llevarían a un aumento de muertes y enfermedades relacionadas con el calor. Los datos demuestran que el impacto sería máximo en poblaciones urbanas, influyendo particularmente en los más ancianos, enfermos y aquellos que no tienen acceso al aire acondicionado. Hay pruebas limitadas de que en algunos países templados la disminución de muertes por inclemencia invernal sería superior al aumento de muertes por inclemencia estival; pero, la investigación publicada ha estado en gran manera limitada a poblaciones de los países desarrollados, por lo que es muy difícil comparar de forma generalizada los cambios de la mortalidad estival e invernal ^{PIIC}.

Es obvio y conocido por la experiencia que cualquier aumento de las inundaciones llevará consigo un aumento del riesgo de personas ahogadas, diarreas, enfermedades respiratorias, enfermedades dermatológicas e infecciones como el dengue y el paludismo; los países en desarrollo además presentan problemas de hambre y desnutrición. Si aumentaran los ciclones regionalmente, ocurrirían frecuentemente impactos devastadores, particularmente en poblaciones de asentamientos muy densos y con recursos inadecuados. Una disminución de los rendimientos de las cosechas y de la producción de alimentos por el cambio climático en algunas regiones, particularmente en los trópicos, predispondrá a las poblaciones con inseguridad en la provisión de alimentos a la desnutrición, llevando a un desarrollo deficiente de los niños y a una disminución de la actividad de los adultos, y podrían ocurrir en algunas regiones perturbaciones socioeconómicas que perjudiquen tanto a los medios de vida, a la salud y la seguridad nacional ^{PIIC}.

Respecto a cada uno de los impactos negativos previstos en la salud, hay una gama de opciones posibles de adaptación social, institucional, tecnológica y de comportamiento para reducir tal efecto. Entre las adaptaciones podrían por ejemplo incluirse un fortalecimiento de la infraestructura de la salud pública, una gestión del medio ambiente orientada hacia la salud, incluida la calidad de la atmósfera y de las aguas, seguridad en alimentos, diseño urbano y de habitaciones, y gestión de aguas de superficie, y el suministro de instalaciones adecuadas de atención médica. En general, los impactos negativos del cambio climático en la salud serán mayores en poblaciones vulnerables de menores ingresos, predominantemente en los países tropicales y subtropicales. En general las políticas de adaptación reducirían estos impactos ^{PIIC}.

2.2.4.4. Seguros y Servicios Financieros

El costo de los episodios meteorológicos ordinarios y extremos ha aumentado rápidamente en los últimos decenios. Las pérdidas económicas mundiales como consecuencia de sucesos catastróficos aumentaron en un 1025 %: de 3900 millones de USA Dls al año en el decenio de 1950 a 40000 millones de USA Dls al año en el decenio de 1990, correspondiendo aproximadamente la cuarta parte de las pérdidas a los países en desarrollo. Las perdidas vinculadas a eventos no climatológicos se incrementaron en un 142 % en el periodo de 1950 al 2000. (Figura 2.11).

La parte con prima de seguros de las pérdidas aumentó de un nivel despreciable a 9200 millones de dólares USA Dls estadounidenses al año, durante el mismo período. Los costos totales son dos veces mayores cuando se incluyen las pérdidas de sucesos más pequeños no catastróficos relacionados con el clima.

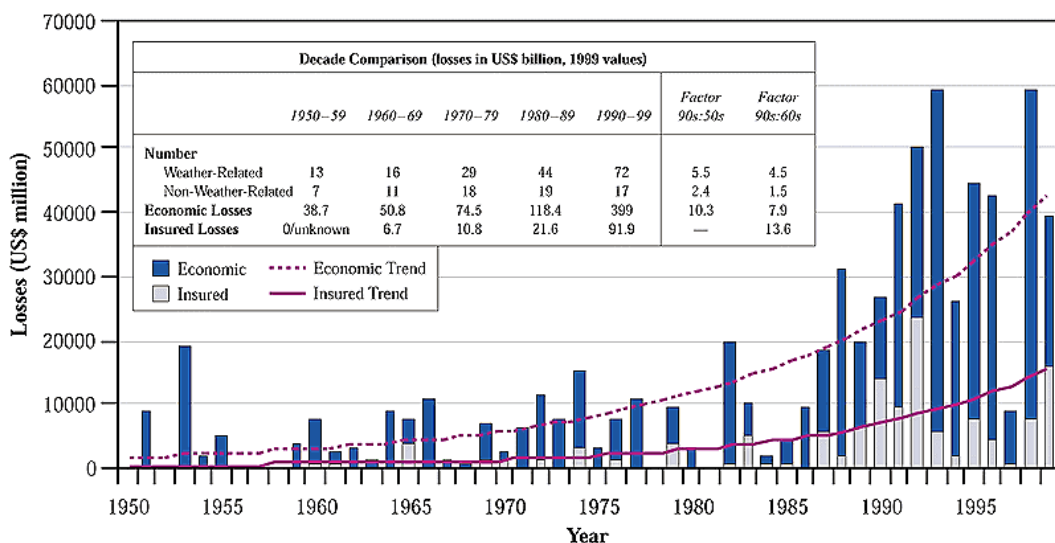


Figura 2.11: Pérdidas económicas vinculadas a eventos climatológicos de 1950 al 2000 ^{PIIC}

Los costos por episodios meteorológicos han aumentado rápidamente a pesar de esfuerzos importantes y crecientes por fortalecer la infraestructura y mejorar la preparación frente a desastres. Parte de la tendencia ascendente observada en pérdidas por catástrofes en los últimos 50 años está vinculada a factores

socioeconómicos, tales como el crecimiento de la población, el aumento de la pobreza, y la urbanización de zonas vulnerables, y en parte vinculadas a factores climáticos como los cambios observados de precipitación e inundación. La asignación concreta es compleja y hay diferencias en el saldo de estas dos causas según la región y el tipo de sucesos ^{PIIC}.

El cambio climático y las modificaciones previstas en los fenómenos relacionados con el clima, que se consideran vinculados al cambio climático aumentarían la incertidumbre actuarial en la evaluación de riesgos. Tales acontecimientos impondrían una presión creciente en las primas de seguros y pudieran llevar a que algunos riesgos sean nuevamente clasificados como no asegurables, con el subsiguiente retiro de la cobertura. Tales cambios inducirían a un mayor costo de las primas de seguros, con lo que se disminuiría el ritmo de ampliación de los servicios financieros hacia países en desarrollo, se reduciría la disponibilidad de seguros para una ampliación del riesgo, y se aumentaría la demanda de compensación financiada por el gobierno después de desastres naturales ^{PIIC}.

Se prevé que en su totalidad el sector de servicios financieros pueda enfrentarse a los impactos del cambio climático, aunque los registros históricos demuestran que los sucesos de poca probabilidad pero de elevado impacto, o los sucesos múltiples no muy distantes entre sí influyen gravemente en partes del sector, especialmente si disminuye simultáneamente la capacidad de adaptación por razón de factores no climáticos, p.ej., condiciones financieras negativas del mercado. Las primas de seguros de propiedad/víctimas y los segmentos de reaseguros y empresas pequeñas especializadas y no diversificadas han manifestado una mayor sensibilidad, incluida una reducción de la rentabilidad y quiebras consiguientes a sucesos relacionados con el clima ^{PIIC}.

La adaptación al cambio climático presenta retos complejos, pero también oportunidades en el sector. La intervención de la reglamentación en cuanto a precios, tratamiento de impuestos de reservas, y la habilidad de las empresas para retirarse de mercados con riesgo son ejemplos de factores que influyen en la resiliencia del sector. Los actores del sector público y del sector privado también prestan apoyo a la adaptación, fomentando la preparación ante desastres, los programas de prevención de pérdidas, los reglamentos de construcción de edificios y una mejor zonificación. Sin embargo, en algunos casos, los seguros públicos y los programas de auxilio a desastres han fomentado inadvertidamente un sentido de despreocupación y de mala adaptación induciendo al desarrollo de zonas con riesgo, como en llanuras inundables o zonas costeras ^{PIIC}.

Se prevé que los efectos del cambio climático sean mayores en el mundo en desarrollo, particularmente en países que confían en la producción primaria como fuente principal de ingresos. Algunos países son objeto de impactos en su PIB como consecuencia de desastres naturales, existiendo un caso en el que los daños alcanzan la mitad del PIB. Surgirían cuestiones de equidad y limitaciones de desarrollo si no pueden asegurarse los riesgos relacionados con el clima, si aumentan los precios o si se tiene una disponibilidad limitada. Por el contrario, un mayor acceso a los seguros y la introducción más amplia de planes de micro

financiamiento y bancos de desarrollo aumentaría la capacidad de los países en desarrollo de adaptarse al cambio climático^{PICC}.

2.2.4.4.5. Asentamientos humanos.

Una literatura cada vez más abundante y con más datos cuantitativos demuestra que los asentamientos humanos están influenciados por el cambio climático en una de las tres maneras principales^{PICC}:

1. Están influenciados los sectores económicos que sustentan a los asentamientos humanos, en razón de los cambios de la productividad de los recursos o cambios de la demanda del mercado, en cuanto a los bienes y servicios producidos en ese lugar.
2. Pueden verse directamente afectados algunos aspectos de la infraestructura material (incluidos los sistemas de transmisión y distribución de energía), edificios, servicios urbanos (incluidos los sistemas de transporte), y determinadas industrias (tales como agroindustria, turismo, y construcción).
3. Las poblaciones pueden estar directamente afectadas por razón de condiciones meteorológicas extremas, cambios de la situación sanitaria, o migración. Los problemas son en cierto modo distintos en los grandes centros de población con más de un millón de pobladores y en los de tamaño mediano a pequeño.

Con una alta probabilidad, el riesgo directo que en más partes del mundo puede afectar a los asentamientos humanos como consecuencia del cambio climático es el de inundaciones y movimientos de tierra, provocados por el aumento previsto de la intensidad de las lluvias y, en las zonas costeras, por la subida del nivel del mar. Están particularmente amenazados los asentamientos en las vertientes de los ríos y del mar, pero la inundación urbana puede ser un problema en cualquier parte en la que hubiese una capacidad inadecuada de los sistemas de alcantarillas, suministro de aguas y gestión de desechos. En tales áreas, son altamente vulnerables los barrios con ocupación ilegal de la tierra y otros asentamientos urbanos officiosos con elevada densidad de población, refugios deficientes, poco o ningún acceso a recursos tales como agua potable, servicios sanitarios públicos y escasa capacidad de adaptación. Los asentamientos humanos sufren en la actualidad otros importantes problemas ambientales, que pudieran agravarse en regímenes de más elevada temperatura y de mayor precipitación, tales como los relacionados con los recursos de agua y energía, así como la infraestructura, el tratamiento de desechos y el transporte^{PICC}.

La rápida urbanización de zonas bajas costeras, tanto en el mundo desarrollado como en el mundo en desarrollo, está produciendo un aumento considerable de la densidad de la población y de los bienes humanos expuestos a extremos climáticos en las costas, tales como ciclones tropicales. Las previsiones basadas en modelos del promedio de personas al año que pudieran ser objeto de inundación por tormentas en la costa se multiplica varias veces: de 75 a 200 millones de personas según la reacción de adaptación, para escenarios de una gama media de aumento del nivel del mar de 40 cm hasta el año 2080, en relación

con escenarios sin ningún aumento en el nivel del mar. Los daños potenciales a las infraestructuras de las zonas costeras, como resultado del aumento del nivel del mar, han sido calculados en montos correspondientes a decenas de miles de millones de USA Dls para países como Holanda, Egipto, Polonia, y Vietnam ^{PICC}.

Con una alta probabilidad, los asentamientos con poca diversificación económica y en los que un elevado porcentaje de los ingresos proviene de industrias de recursos primarios sensibles al clima como son agricultura, silvicultura, y pesquerías son más vulnerables que los asentamientos más diversificados. En las zonas desarrolladas del Ártico, y donde el permafrost es rico en hielo, será necesario prestar particular atención a mitigar los impactos perjudiciales del deshielo, tales como daños graves a los edificios y a la infraestructura de transporte. La infraestructura industrial de transporte y comercial es en general vulnerable a los mismos peligros que la infraestructura de los asentamientos. Se prevé que la demanda de energía aumente en cuanto a enfriar los edificios y disminuya en cuanto a calefacción pero el efecto neto depende de los escenarios y del lugar. Algunos sistemas de producción y distribución de energía pueden sufrir impactos adversos que reducirían los suministros o la confiabilidad de los sistemas mientras que otros sistemas energéticos podrían beneficiarse.

Entre las posibles opciones de adaptación están la planificación de los asentamientos y de su infraestructura, el emplazamiento de instalaciones industriales, y la adopción de decisiones similares a largo plazo, de forma que se reduzcan los efectos adversos de sucesos que son de una escasa probabilidad, aunque creciente, pero que conllevan graves consecuencias ^{PICC}.

2.2.5. Gases efecto invernadero propuestos para su mitigación por la CMNUCC de las Naciones Unidas.

Debido al deterioro ambiental por el calentamiento global, en 1988 se estableció el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático, PICC, con la misión de recibir y evaluar la información científica que se generara en forma global, así como el valorar los impactos ambientales y socioeconómicos que el calentamiento hubiese generado, además, generar las propuestas de estrategia en respuesta al problema del calentamiento global ^{PICC}.

El grupo I de trabajo del PICC, esta constituido por científicos y expertos de mas de 130 países tiene como uno de los objetivos principales la elaboración de inventarios nacionales de GEI mismos que son sometidos a la consideración de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, CMNUCC, en la consideración de que los resultados de los inventarios son producto de una metodología que permita datos confiables, consistentes y comparables ^{PIIC}.

En su artículo 2 la CMNUCC establece como objetivo el logro de la estabilización de los GEI que absorben y reemiten radiación infrarroja a la Tierra debido a un forzamiento radiativo positivo, el cual ha alcanzado, entre todos los gases, el valor de 2.43 Wm^{-2} y correspondiendo en forma individual: al CO_2 1.46 Wm^{-2} ; al CH_4 0.48 Wm^{-2} ; a los halocarbonos (HFC, PFC y SF60) 0.34 Wm^{-2} , y al N_2O 0.15 Wm^{-2} . y alteran el balance radiacional, provocando un calentamiento en el planeta ^{PIIC 2001} .

2.2.5.1. Mitigación de Gases Efecto Invernadero.

Para aplicar con éxito las opciones de mitigación de gases de efecto invernadero hay que superar obstáculos de diversa índole: políticos, económicos, técnicos, culturales, sociales, de comportamiento e institucionales que impiden la plena explotación de las oportunidades tecnológicas, económicas y sociales de esas opciones de mitigación. Las oportunidades de mitigación y los tipos de obstáculos potenciales varían según las regiones y los sectores ^{PIIC} .

En los países industrializados, las futuras oportunidades residen sobre todo en la supresión de obstáculos sociales y de comportamiento con tendencia hacia el consumismo; en los países con economías en transición, en la racionalización de los precios; y en los países en desarrollo, en el mayor acceso a datos e información, en la disponibilidad de tecnologías avanzadas, en los recursos financieros, y en la formación y la creación de capacidad; en el caso de los países pobres la posibilidad de adoptar tecnologías o cambiar su comportamiento social son limitadas, en particular si no forman parte de una economía monetaria ^{PIIC} .

Las medidas de mitigación de GEI podrían ser más eficaces si se aplican como una serie de instrumentos de política para limitar o reducir las emisiones como impuestos sobre emisiones/carbono/energía, permisos negociables y no negociables, provisión y/o supresión de subsidios al uso de la energía, normas sobre uso de la energía o tecnología; prohibiciones de productos, acuerdos voluntarios, gastos e inversiones del sector público, y ayuda para investigación y desarrollo. Las normas sobre eficiencia energética y reglamentación energética pueden ser eficaces y recientemente se han utilizado con mayor frecuencia acuerdos voluntarios, antes de introducir medidas más estrictas ^{PIIC} .

La eficacia de la mitigación del cambio climático se puede mejorar cuando las políticas sobre el clima se integran con los objetivos en amplias estrategias de transición para lograr los cambios sociales y tecnológicos a largo plazo requeridos para el desarrollo sostenible y la mitigación del cambio climático, evitando al mismo tiempo actividades con gran intensidad de GEI. y mediante una atención específica se puede fomentar la transferencia de esas tecnologías a empresas pequeñas y medianas. Además, si en las estrategias globales sobre desarrollo nacional se tienen en cuenta los beneficios subsidiarios se podrían reducir los obstáculos políticos e institucionales para adoptar acciones concretas sobre el clima ^{PIIC} .

Las acciones coordinadas entre países y sectores pueden ayudar a reducir los costos de mitigación: un grupo de países que desee limitar sus emisiones colectivas de gases de efecto invernadero (GEI) puede convenir en aplicar instrumentos internacionales debidamente concebidos. Los instrumentos evaluados en

este informe y desarrollados en el Protocolo de Kioto son el comercio de los derechos de emisión; la Aplicación Conjunta (AC), y el Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL); en el informe se evalúan también otros instrumentos internacionales que comprenden impuestos coordinados o armonizados sobre emisión/carbono/energía; normas sobre tecnología y productos; acuerdos voluntarios con industrias; transferencias directas de recursos financieros y de tecnología, y creación coordinada de entornos favorables, como la reducción de subvenciones a los combustibles fósiles. Hasta la fecha, sólo se han considerado algunos de ellos en varias regiones^{PIIC}.

La adopción de decisiones sobre el cambio climático es esencialmente un proceso secuencial en general incierto. En las publicaciones se sugiere que para disponer de una estrategia prudente de gestión de riesgos hay que considerar debidamente las consecuencias, tanto medioambientales como económicas, su probabilidad y la actitud de la sociedad con respecto al riesgo. Esta última probablemente varíe de un país a otro, y quizá incluso de una generación a otra, y probablemente sea muy valioso disponer de mejor información sobre los procesos y los impactos del cambio climático y las respuestas de la sociedad a ellos. Se están tomando decisiones sobre las políticas del clima a corto plazo, mientras se debate aún el objetivo de estabilización de la concentración. En las publicaciones se sugiere una resolución gradual para estabilizar las concentraciones de GEI. Esto entraña también un equilibrio de los riesgos de una actuación insuficiente o excesiva. No se trata de "cuál es el mejor procedimiento para los 100 próximos años", sino de "cuál es el mejor a corto plazo, en vista del cambio climático previsto a largo plazo y de las incertidumbres concomitantes"^{PIIC}.

Mediante una serie de medidas tempranas, como las relativas a la mitigación de las emisiones, el desarrollo de tecnología y la reducción de la incertidumbre científica, hay más flexibilidad para avanzar hacia la estabilización de las concentraciones en la atmósfera de gases de efecto invernadero (GEI). La combinación deseada de opciones varía en el tiempo y en el espacio. Los estudios de modelos económicos terminados desde el SIE indican que con el paso gradual a corto plazo del actual sistema mundial de la energía a una economía de menos emisión de carbono se reducen al mínimo los costos asociados a la retirada prematura del capital existente. De esta manera se dispone además de tiempo para el desarrollo de tecnología, y se evita la elección apresurada de las primeras versiones de tecnología de bajas emisiones, en rápida evolución. Por otro lado, con una actuación a corto plazo más dinámica disminuirían los riesgos para el medio ambiente y humanos asociados a rápidos cambios climáticos^{PIIC}.

También se estimularía la distribución más rápida de tecnologías existentes de bajas emisiones, se ofrecerían fuertes incentivos a corto plazo para futuros cambios tecnológicos que podrían ayudar a no aferrarse a las tecnologías con gran intensidad de carbono, y se podrían formular posteriormente objetivos más estrictos, si se considerara deseable como resultado de la evolución del conocimiento científico^{PIIC}.

Existe una correlación entre la eficacia medioambiental de un régimen internacional, la rentabilidad de las políticas sobre el clima y la equidad del acuerdo. Todo régimen internacional puede concebirse de manera

que mejoren su eficacia y su equidad. Las publicaciones consideradas en este informe sobre una formación de coalición en los regímenes internacionales presentan diferentes estrategias en apoyo de esos objetivos, incluso cómo hacer más atractiva la asociación a un régimen mediante la distribución apropiada de actividades y la provisión de incentivos. Si bien el análisis y la negociación se centran con frecuencia en la disminución de los costos del sistema, en las publicaciones se reconoce también que elaborando un régimen eficaz sobre el cambio climático se puede prestar mayor atención a las cuestiones de desarrollo sostenible y no económicas^{PIIC}.

Es una realidad la insuficiencia y por ende la necesidad de conocimientos para la comprensión de un problema tan complejo como es el Cambio Climático. Desde las evaluaciones anteriores del PICC se han registrado avances en la comprensión de los aspectos científicos, técnicos, medioambientales, así como económicos y sociales de la mitigación del cambio climático. Sin embargo, hay que seguir investigando para reforzar las futuras evaluaciones y reducir incertidumbres en la medida de lo posible a fin de disponer de suficiente información al formular políticas sobre las respuestas al cambio climático, incluida la investigación en países en desarrollo^{PIIC}.

Entre las principales prioridades para reducir más las diferencias entre el conocimiento actual y el que se necesita para formular políticas figuran las siguientes^{PIIC}:

- 1.- Mayor exploración de las posibilidades regionales, nacionales y sectoriales concretas de opciones de innovación tecnológica y social: Esto comprende la investigación de las posibilidades a corto, medio y largo plazo y de los costos de las opciones de mitigación de emisiones de CO₂, distintas de CO₂ y no energéticas;
- 2.- la comprensión de la difusión de tecnologías en diferentes regiones;
- 3.- Identificación de oportunidades en innovación social conducente a disminuir las emisiones de GEI;
- 4.- el análisis completo de los efectos de las medidas de mitigación sobre los flujos de carbono en el sistema terrestre y fuera de él, y alguna investigación básica en materia de geoingeniería.
- 5.-** Cuestiones económicas, sociales e institucionales relacionadas con la mitigación del cambio climático en todos los países: Las esferas prioritarias comprenden: análisis de opciones de mitigación y obstáculos concretos en el plano regional; las implicaciones de las evaluaciones de equidad; metodologías apropiadas y mejores fuentes de datos sobre la mitigación del cambio climático y la creación de capacidad en materia de evaluación integrada; la intensificación de la investigación y evaluaciones futuras, especialmente en países en desarrollo.
- 6.- Metodologías para el análisis de posibles opciones de mitigación y su costo, prestando especial atención a la comparación de resultados. Los ejemplos comprenden: caracterizar y evaluar los obstáculos a las medidas para reducir las emisiones de GEI; hacer más coherentes, reproducibles y accesibles las técnicas de modelos de mitigación; confeccionar modelos sobre el aprendizaje tecnológico; mejorar los instrumentos analíticos para la evaluación de beneficios subsidiarios; p. ej., asignando los costos de reducción a los GEI y a otros contaminantes; analizar sistemáticamente la dependencia de los costos mediante hipótesis de referencia para diversos escenarios de estabilización de los GEI; establecer marcos analíticos de decisión

para tratar las incertidumbres en cuanto al riesgo socioeconómico y ecológico de la adopción de políticas sobre el clima; mejorar los modelos y estudios mundiales, sus hipótesis y su coherencia en el tratamiento y la información de países y regiones que no figuran en el Anexo I.

7.- Evaluación de las opciones de mitigación del cambio climático en lo que respecta a desarrollo, sostenibilidad y equidad. Los ejemplos comprenden: el estudio de vías de desarrollo alternativas, inclusive pautas de consumo sostenibles en todos los sectores, y por tanto el transporte; análisis integrado de mitigación y adaptación; identificación de oportunidades de sinergia entre políticas sobre el clima explícitas y políticas generales que fomenten el desarrollo sostenible; integración de equidad intra e intergeneracional en análisis de mitigación del cambio climático; consecuencias de las evaluaciones de equidad; análisis de consecuencias científicas, técnicas y económicas de opciones en una amplia variedad de regímenes de estabilización.

2.2.5.2. Reducción en la Emisión de Contaminantes.

Se han planteado opciones en la emisión de contaminantes, relacionadas con aspectos naturales y tecnológicos; en la primera la captura de CO₂ vía fotosíntesis es esencial y en la segunda el enfoque es hacia un incremento en la eficiencia de los sistemas, a un uso racional en la energía, a la sustitución de combustibles y al uso de fuentes alternas de energía.

2.2.5.2.1. Opciones Naturales: Sumideros de Carbono

Los bosques, las tierras agrícolas y otros ecosistemas terrestres ofrecen considerables posibilidades de mitigación de carbono, aunque no necesariamente permanentes, a través del secuestro del carbono atmosférico en el proceso de fotosíntesis y su conservación en la biomasa y esto podría proporcionar tiempo para desarrollar y aplicar otras opciones. Sin embargo, para ello la conservación de los organismos fotosintetizadores es imprescindible. En la mitigación biológica pueden utilizarse tres estrategias ^{PICC}: a) conservación de reservorios de carbono existentes; b) secuestro de CO₂, aumentando el tamaño de los reservorios de carbono (Figura 2.12) y c) sustitución por productos biológicos producidos de manera sostenible; p. ej., madera en vez de materiales de construcción de gran consumo de energía y biomasa para combustibles fósiles.

La conservación de reservorios de carbono amenazados puede ayudar a evitar emisiones, si se impiden los escapes y sólo puede resultar sostenible si es posible abordar las causas socioeconómicas de la deforestación y otras pérdidas de reservorios de carbono. El secuestro refleja la dinámica biológica del crecimiento, que muchas veces comienza lentamente, pasa por un máximo y luego disminuye durante decenios o siglos.

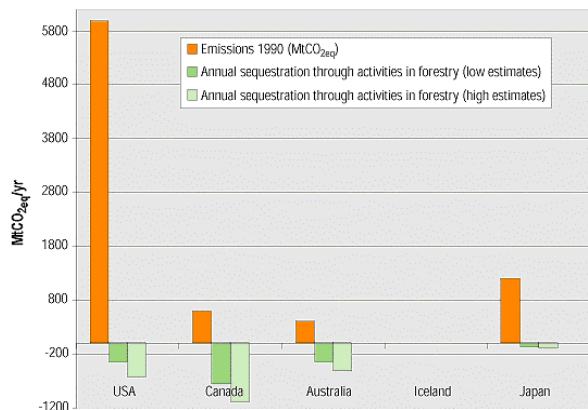


Figura 2.12: Emisión Vs Secuestro de CO₂ ^{PICC}

Con la conservación y el secuestro se logran mayores reservas de carbono, pero eso puede dar lugar a emisiones más altas de carbono en el futuro si se perturban considerablemente esos ecosistemas, ya sea en forma natural o por actividades humanas, directas o indirectas. Incluso si las perturbaciones naturales van seguidas normalmente de secuestro. Las actividades para controlar esas perturbaciones pueden desempeñar una importante función en la limitación de las emisiones de carbono. Los beneficios de sustitución pueden continuar, en principio, indefinidamente. Con la gestión adecuada de la tierra para la producción de cultivos, madera y bioenergía sostenible pueden aumentar los beneficios para la mitigación del cambio climático. Si se tiene en cuenta la competencia por el uso de la tierra, las evaluaciones consideran que el potencial mundial estimado de opciones de mitigación biológica es del orden de 100 GtC, aunque esta estimación encierra considerables incertidumbres para 2050, que equivalen a un rango entre el 10 y el 20% de las posibles emisiones de combustibles fósiles durante ese período. La realización de ese potencial depende de la disponibilidad de tierra y de agua, así como de las tasas de adopción de diferentes prácticas de gestión de la tierra. Las mayores posibilidades biológicas para la mitigación del carbono en la atmósfera las ofrecen las regiones subtropicales y tropicales. Las estimaciones de costos de la mitigación biológica comunicadas hasta ahora varían notablemente, de 0,1/t C \$ EE.UU. a 20/t C \$ EE.UU. aproximadamente en varios países tropicales, y de 20/t C \$ EE.UU. a 100/t C \$ EE.UU. en países no tropicales.

Los métodos de análisis financiero y contabilización del carbono no han sido comparables. Además, en los cálculos de los costos no se consideran, en muchos casos, los de infraestructura, descuento adecuado, vigilancia, recopilación de datos y aplicación, los costos de oportunidad de tierra y mantenimiento u otros costos periódicos, que con frecuencia se excluyen o no se tienen en cuenta. Esas opciones de mitigación biológica pueden aportar beneficios sociales, económicos y ambientales, además de las reducciones de CO₂ en la atmósfera, si se aplican debidamente p. ej., conservación de la biodiversidad, protección de cuencas, mejora de la gestión sostenible de la tierra y empleo rural. Sin embargo, si no se aplican debidamente pueden plantear riesgos de efectos negativos p. ej., pérdida de biodiversidad, desorganización

comunitaria y contaminación de aguas subterráneas. En las opciones de mitigación biológica se pueden reducir o aumentar las emisiones de gases de efecto invernadero distintas de CO₂ ^{PIIC}.

2.2.5.2.2. Opciones Tecnológicas.

Desde 1995, los progresos técnicos para reducir las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero han sido mayores de lo previsto y las opciones durante los próximos 20 años podrían ser en el sentido ^{PIIC}:

- ✓ Tecnologías y prácticas para la eficiencia energética de uso final en edificios, transporte e industria de fabricación.
- ✓ Al menos hasta 2020, en el suministro y conversión de energía seguirán predominando los combustibles fósiles relativamente baratos y abundantes. El gas natural, cuando sea económicamente factible transportarlo, desempeñará una importante función en la reducción de las emisiones, junto con la mejora en la eficiencia de conversión, y un mayor uso de plantas de ciclo combinado y cogeneración.
- ✓ Los sistemas de suministro de energía con pequeño porcentaje de carbono pueden hacer una importante contribución mediante la biomasa, desde subproductos forestales y agrícolas, desechos municipales e industriales hasta la energía, plantaciones de biomasa exclusivas, cuando se dispone de tierra y agua adecuadas, metano de vertederos, energía eólica e hidroeléctrica, y mediante la utilización y ampliación de la vida útil de centrales nucleares. Después del 2010, las emisiones de centrales de energía alimentadas por combustibles fósiles y/o biomasa pueden reducirse sustancialmente merced a la eliminación y almacenamiento de carbono antes o después de la combustión. Las preocupaciones por el medio ambiente, la seguridad, la confiabilidad y la proliferación pueden condicionar el uso de algunas de esas tecnologías.
- ✓ En la agricultura, las emisiones de metano y óxido nitroso pueden reducirse, como las de fermentación entérica del ganado, arrozales, uso de abonos nitrogenados y desechos de animales.
- ✓ Según las aplicaciones, las emisiones de gases fluorados pueden reducirse al mínimo mediante cambios de procesos, mejor recuperación, reciclado y confinamiento.
- ✓ Utilizar compuestos y tecnologías alternativas.

DELIMITACION DEL PROBLEMA:

El problema en el presente proyecto está ubicado en el contexto arquitectónico y ambiental, en el primero por ser de interés el gasto energético que se tiene a través de las envolventes translúcidas de las edificaciones, y de las cuales se realizó una revisión en el capítulo 1; y en relación al aspecto ambiental porque las edificaciones presentan de acuerdo a la evolución del Panel Intergubernamental del Cambio climático un aporte en las emisiones totales de gases efecto invernadero del orden de 22% y de un 32% en las emisiones de CO₂; lo cual es preocupante ante el deterioro ambiental, por cambio climático, en el que nos encontramos inmersos; por lo que el problema u objeto de estudio —vinculado con el gasto energético en las edificaciones por uso del material translúcido vidrio— se limita a nuestro país, y en él se plantea como objetivo el conocer cuál es el comportamiento energético de la envolvente translúcida en tres climas característicos que reflejen la variabilidad climática de México.

Para la construcción del marco teórico se considera adecuado conocer la situación de México ante el cambio climático global y los aspectos relacionados a la producción y consumo de la energía eléctrica en nuestro país, por lo que la hipótesis de trabajo y su contrastación se presentarán en el capítulo 5.

3. Situación de México ante el Cambio Climático Global.

Las emisiones de México son del orden de 3.7 toneladas de CO₂ por habitante por año, cercano al promedio mundial; el promedio de la OCDE es de 10.9 toneladas de CO₂ por habitante y el de EEUU es de 20.1 toneladas por habitante, por lo que las emisiones son inequitativas^{Tudela}; y en relación a la emisión promedio per cápita de Carbono global en Estados Unidos su promedio es de 5 (Ton.hab/año); en Europa de 2 a 3 (Ton.hab/año); en Latinoamérica de 0.75 (Ton.hab/año); de 1.1 (Ton.hab/año) en México y de 0.1 (Ton.hab/año) en 31 de las 54 Naciones Africanas^{Marian et al. en Arvizu}.

Estados Unidos y Europa han contribuido con el 72.6% del Carbono emitido (262,344 millones de toneladas) durante el siglo XX; y 17 países emitieron la diferencia del 72.6 % al 82.8% de las emisiones y el resto del mundo contribuyo con el 17.2%^{PIIC}.

En el año 2000 la contribución a las emisiones por Carbono, por regiones es la siguiente: Norteamérica 28%, Europa Occidental 16%, Europa del Este 13%, Asia 13%, Lejano Oriente 11%, Oceanía 7%, Latinoamérica 5%, Medio Oriente 4% y África 3%. En la región de Norteamérica Estados Unidos aporta el 92.6%; en la de Asia, China aporta el 92.6%; en el Lejano Oriente el 56.5% son emitidas por la India y Corea del Sur; en Europa Occidental Alemania, Reino Unido, Italia, Francia y España contribuyen con el 74% de las emisiones; en Oceanía, Japón y Australia contribuyen con el 97% de las emisiones; y por último, en la región de Latinoamérica, de las 359 millones de toneladas de carbono, México contribuye con la

emisión de 98 millones de toneladas y Brasil con 86 millones de toneladas representando ambos un 52% de la región ^{PIIC}.

El Protocolo de Kioto considera compromisos y objetivos cuantificables para los países desarrollados que lo ratifiquen, lo que representa costos en cuanto a una reducción en su PIB a fin de lograr la reducción de las emisiones de CO₂ en al menos un 5 % inferiores a las emitidas en 1990, y el hecho de que el principal emisor, Estados Unidos de Norteamérica, no lo haya ratificado, representa un retroceso en la futura estabilización de los GEI; sin embargo la responsabilidad y los compromisos diferenciados para mitigar el cambio climático existen y deben ser retomados, ya que el no hacerlo cancelaría en forma definitiva la posibilidad de una futura mitigación de las concentraciones de GEI atmosféricas, en perjuicio de las sociedades actuales y futuras con un costo ambiental aún desconocido y en función de las consecuencias presentes conocidas, podría resultar irreversible tanto para los sistemas biológicos, incluyendo el hombre, como para los naturales.

A continuación se realizará una revisión de la situación de nuestro país ante el cambio climático global, en la cual se considera es importante incluir aspectos sobre la dinámica de crecimiento de su población humana y la emisión de desechos que genera; la economía nacional; los recursos naturales y energéticos con los que contamos; así como la vulnerabilidad a la que están expuestos los sistemas biológicos y naturales en México y por último la mitigación a la emisión de gases efecto invernadero generados en México.

3.1. Población.

La población total de México al año 2000 era de 97,361,711 habitantes, de acuerdo al XII Censo General de Población y Vivienda del 2000, y de 48,225,238 habitantes en 1970, de acuerdo al IX Censo General de Población y Vivienda, lo que representa un incremento de 101% en ese lapso, duplicándose la población en sólo 30 años. (Tabla 3.1); y si consideramos su crecimiento poblacional durante el siglo XX, este se sextuplicó en sólo 100 años, al pasar de 13,607,259 habitantes en el año de 1900 a 97,361,711 en el 2000 (Tabla 3.2), observándose que el mayor crecimiento registrado corresponde al periodo de 1940 a 1980.

1970	1990	1995	2000
TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL
48225238	81249645	91158290	97361711

Tabla 3.1. Población total en México: 1970, 1990, 1995 y 2000

Tabla de elaboración propia.

Fuente: IX Censo General de Población, 1970. México, 1972.

Fuente: 1990: INEGI. XI Censo General de Población y Vivienda, 1990. México, 1992.

Fuente: 1995: INEGI. Conteo de Población y Vivienda, 1995. México, 1996.

Fuente: 2000: INEGI. XII Censo General de Población y Vivienda, 2000. Resultados Preliminares. México, 2000.

Año	Población(Millones)	Tasa de Crecimiento por Década	Tasa de Crecimiento por Siglo
1900	13,607,259		
1910	15,160,369	11	
1921	14,334,780	-5	
1930	16,552,722	15	
1940	19,653,552	19	
1950	25,791,017	31	
1960	34,923,129	35	
1970	47,225,238	35	
1980	66,846,833	42	
1990	81,249,645	22	
2000	97,361,711	20	616

Tabla 3.2. Incremento de la población en México, por década en el siglo XX.
Tabla de elaboración propia.

Fuentes:
INEGI 100 años de Censos de población, 1996
INEGI XII Censo General de Población y Vivienda 2000

Durante el crecimiento demográfico mexicano de los últimos 100 años se destacan dos situaciones opuestas: una continua reducción de la población rural y un continuo incremento de la población urbana, lo que no significa que la población rural detenga su incremento, sino que este es a una velocidad más lenta que el incremento observado en la población urbana y que lo podemos observar al analizar su dinámica: a principios de siglo XX el 28 % de la población habitaba en la ciudad, principalmente la Cd. de México y Guadalajara, y el 72 % de la población habitaba en el campo; en el año de 1970 se marca el inicio del predominio de la población en el medio urbano al habitar en este el 51% de la población y en el medio rural el 49 % y para el año 2000 el 75 % de la Población total Nacional habita en el medio urbano (Tabla 3.3).

POBLACIÓN TOTAL, RURAL Y URBANA EN MÉXICO: 1990-2000					
Año	Población(Millones)	Población Urbana(Millones)	Población Urbana(%)	Población Rural(Millones)	Población Rural(%)
1900	13,607,259	3,849,489	28	9,757,770	72
1910	15,160,369	4,351,172	29	10,809,197	71
1921	14,334,780	4,465,504	31	9,869,276	69
1930	16,552,722	5,540,631	33	11,012,091	67
1940	19,653,552	6,896,111	35	12,757,441	65
1950	25,791,017	10,983,483	43	14,807,534	57
1960	34,923,129	17,705,118	51	17,218,011	49
1970	47,225,238	27,308,556	58	19,916,682	42
1980	66,846,833	44,299,729	66	22,547,104	34
1990	81,249,645	57,959,721	71	23,289,924	29
2000	97,361,711	72,710,286	75	24,651,425	25

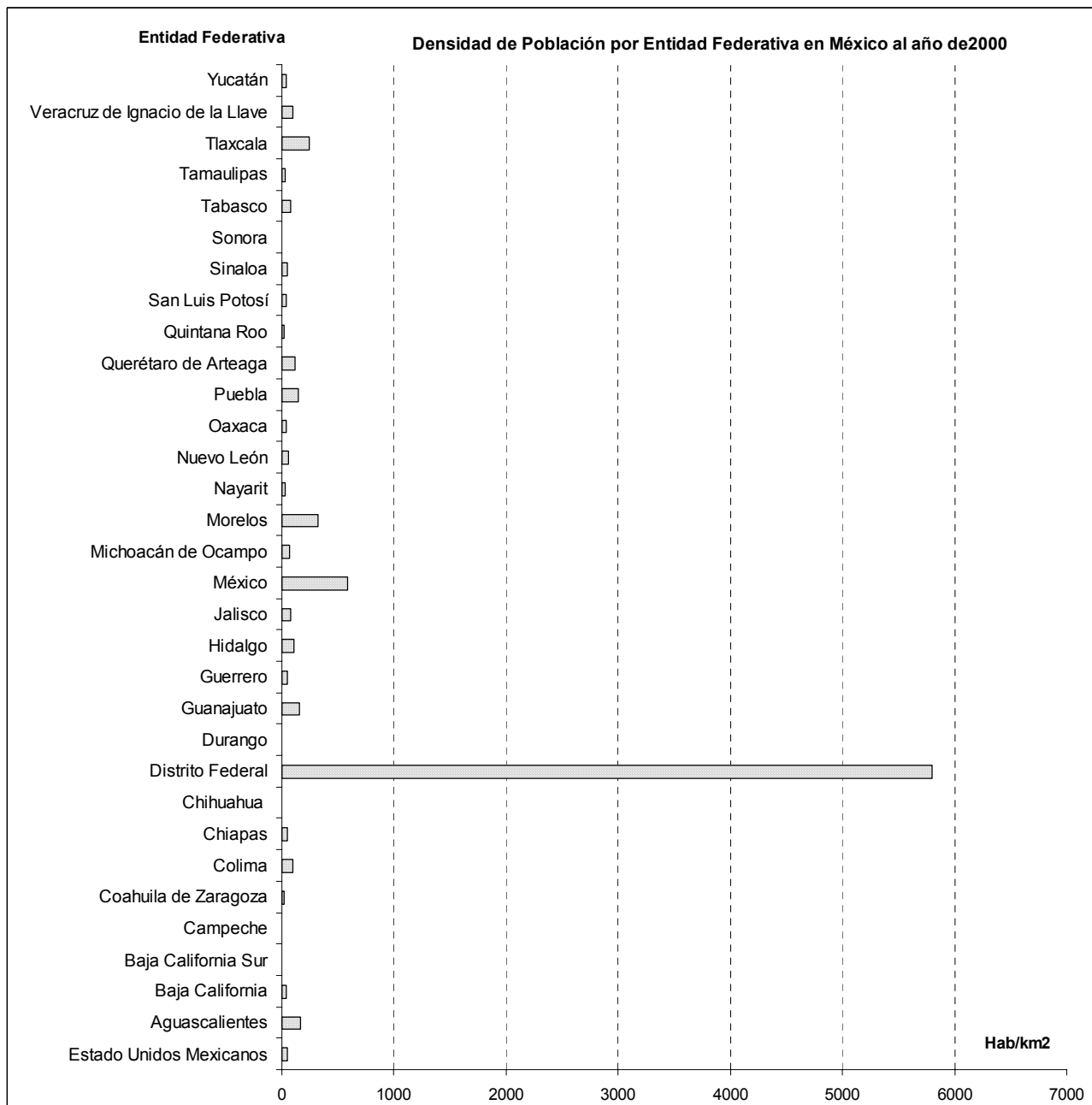
Tabla 3.3. Población Total y su Distribución en el Ámbito Rural y Urbano: 1900-2000
Tabla de elaboración propia.

Fuentes:
INEGI 100 años de Censos de población, 1996
INEGI XII Censo General de Población y Vivienda 2000

De acuerdo con el Consejo Nacional de Población (CONAPO 2000), la tasa de crecimiento demográfico en el 2000 fue de 1.4% y para el 2005 se prevé que sea de 1.2%, y de mantenerse la tasa, la población pasaría de 97 millones en 2000 a 105 millones en 2005, 125 millones en 2020 y 324 millones en 2100.

En relación al crecimiento demográfico por entidades, el Estado de México, presentó el mayor crecimiento desde mediados de los años noventa, y se considera mantendrá la primacía durante los próximos veinticinco años, con lo que pasaría de 12 millones de habitantes en 1995 a 18 millones en el año 2020.

Este incremento de casi seis millones de personas –el mayor entre las entidades federativas– representará casi la quinta parte del aumento registrado en todo el país. En términos relativos, el mayor crecimiento se prevé en los estados de Quintana Roo, Aguascalientes y Baja California, que presentarán tasas de crecimiento medio anual de 4%, 3% y 3% respectivamente; asimismo, la población en el Distrito Federal se considera crecerá a una tasa de 0.3% ^{Fernandez,A.} y esta disminución en su tasa de crecimiento está vinculada a la alta densidad de población registrada en el Distrito Federal, como puede observarse en la Gráfica 3.1, al ser de 5799 habitantes por Km², a diferencia de la del Estado de México de 586 habitantes por Km², por lo que la inmigración se está desplazando del Distrito Federal hacia el Estado de México, provocando el crecimiento de la mancha urbana de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México al ser incorporados a ella más municipios del Estado de México.



Gráfica 3.1: Densidad de Población por Entidad Federativa en el año 2000
Elaboración propia.

Fuente: XII Censo General de Población y Vivienda 2000

3.2. Emisión de Desechos.

A un mayor crecimiento poblacional corresponde una mayor generación de desechos, tanto en forma directa, como residuos sólidos, por el tratamiento de aguas y los que se emiten a la atmósfera producto de la combustión de combustibles. De acuerdo con un estudio publicado por la Secretaría de Desarrollo Social en 1999, la generación media nacional es de 865 gr. diarios por persona, generándose en el Distrito Federal 12,000 toneladas diarias de basura, que equivale a 1.397 kg por persona (GDF 2002) y según las fuentes

generadoras, el 46.2% proviene de los hogares (residuos orgánicos principalmente), 29% de los comercios; 15.2% de prestadores de servicios; 3.2% de giros especiales y el 6.4% de otros. La capacidad de los rellenos sanitarios del D.F. llegarán a su saturación en un corto plazo, lo que representa ya un problema grave para la ciudad y que obliga a un adecuado manejo integral de los residuos sólidos.

El 10% de los residuos que se generan en el país, son reciclados y esta cifra es equivalente a la de otros países, como Alemania o Estados Unidos de América, en los que se recicla el 15%. Como resultado del incremento en el país de la disposición de los residuos en rellenos sanitarios, sin la recuperación de las emisiones de metano, CH₄, estas se duplicaron de 1992 a 1998 (INE-SEMARNAT 2000). No se ha considerado el riesgo que representa el enterrar elementos clasificados como residuos municipales peligrosos como: pilas, baterías, medicinas caducas, envases de plaguicidas, solventes o pinturas, los cuales al ser manipulados en forma inadecuada por los recolectores podría provocar un daño a la salud.

Las emisiones de bióxido de carbono (CO₂) y óxido nitroso (N₂O) provenientes de la incineración de residuos peligrosos mostraron un crecimiento significativo a partir de 1994. La contribución de estos gases al inventario nacional no es significativa, pero localmente puede tener impactos importantes, sobre todo las emisiones de N₂O (Tabla 3.4).

Año	Residuos sólidos municipales*	Incineración de residuos peligrosos	
	CH ₄	CO ₂	N ₂ O
1992	1,055.5	---	---
1994	1,038.7	3.4	0.0005
1996	1,6778.2	15.3	0.0022
1998	1,981.1	631.7	0.09

Tabla 3.4. Emisión de Gases Invernadero por Residuos Sólidos (Gg/año)

Fuente: INE-SEMARNAT, 2º. Inventario de emisiones de gases invernadero, México 2000

De acuerdo con el Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero ^{INE - Semarnat 2000}, el incremento en las emisiones de metano generadas por el tratamiento de aguas residuales municipales en el período de 1992-1998 fue de 10.7%, y considerado bajo, debido a la instalación de nuevas plantas de tratamiento de tipo aerobio. En el caso del tratamiento de las aguas industriales, las emisiones de metano generadas aumentaron en 37.97% para el mismo período, a pesar de que en 1994 se tenían registradas 177 plantas de tratamiento y en 1998 se incrementaron a 1,354 plantas, y esto se debe a que el 70% de las plantas operan fuera de las especificaciones que les han sido fijadas, con procesos aerobios que en caso de ser deficientes producen metano (Tabla 3.5).

Residuo	1992	1994	1996	1998
Aguas residuales municipales	499.0	525.5	546.73	552.4
Aguas residuales industriales	601.1	626.1	714.2	829.2

Tabla 3.5. Emisiones de Metano generadas en el tratamiento de aguas residuales (GgCH₄/año)

Fuente: INE-SEMARNAT, 2°. Inventario de emisiones de gases invernadero, México 2000

En este apartado no se trataron los desechos como emisiones a la atmósfera, mismos que serán analizados en apartados posteriores y vinculados al Cambio Climático Global, a las emisiones en México y el papel que la generación de Energía eléctrica tiene en la emisión de gases efecto invernadero.

3.3. Economía

El Producto Interno Bruto (PIB) es un reflejo de la economía de un país y que contempla la producción del mismo, conformándose el indicador del año 2002 en México por los siguientes sectores y su participación:

- I. 25% del Sector Industrial y en este, la industria manufacturera aportó el 72%; con un crecimiento de -1.3% en 2002 (retracción), mientras que el PIB de la construcción y el de la electricidad, crecieron 0.3 y 0.2%, respectivamente (Presidencia de la República 2002) (INEGI 2003).
- II. 10% del Sector del transporte y comunicaciones (INEGI 2003)
- III. 4% del Sector agropecuario, el cual está estructurado en la siguiente manera: 65% de Agricultura; 27% de Ganadería; 5% de Silvicultura y 3% de Pesca (INEGI 2003) y de acuerdo con estimaciones oficiales, cerca de 18 millones de personas se ocuparon en actividades agropecuarias en 2001, lo que representó el 18.5% de la población total nacional, cifra menor a los 20 millones de personas en 1998.
- IV. 19% Del Sector comercial: restaurantes y hoteles; (INEGI 2003).
- V. 42% de Servicios y actividades financieras (INEGI 2003).

3.4. Recursos.

3.4.1. Agua

Con el aumento continuo de la población y de la actividad industrial, se presentan conflictos por el uso del agua entre los distintos sectores: entre las áreas urbanas y las rurales, entre estados vecinos, e inclusive entre países vecinos, por Ej. el nuestro y EUA. La extracción excesiva de los acuíferos y el incremento de la contaminación de los mismos, agravan el ya de por sí serio problema de la escasez del agua. En Estados como Campeche la densidad de población es de 12 Hab/km² (CONAPO 1998) y cada persona dispone de 25,840 m³ anuales^{Salmones 2003}. Sin embargo el Distrito Federal con una densidad de 5,634 hab/km², presenta la disponibilidad de agua más baja del país, 190 m³/Hab. Otros factores que agudizan el problema de disponibilidad del recurso son la falta de mantenimiento de las redes de distribución, que ocasiona fugas de hasta un 32%, así como el uso de agua potable en procesos que requieren de agua de menor calidad, por

ejemplo, en el riego de áreas verdes, procesos industriales y agua para sanitarios (GDF 2002^a), por lo que se contempla que los futuros suministros de agua ya no serán producto del desarrollo de ambiciosos proyectos de extracción y distribución, sino de la conservación, reciclaje, reutilización y eficiencia en su uso

Salmones 2003

En la región Lerma-Santiago-Pacífico la precipitación media histórica anual en el período de 1941-2001 fue de 981 mm, mientras que la extracción total bruta de agua en 2001 fue de 13,816 km³; en la región del Valle de México la precipitación media histórica anual para el mismo período fue de 767 mm y la extracción en 2001 fue de 4,784 km³ y en la región Frontera sur la precipitación anual fue de 2,320 mm y la extracción fue de 1,553 km³ ^{Fernández}, y el grado de presión sobre el recurso hídrico, definido como la extracción total anual/disponibilidad natural, es de 97% en la región Lerma-Santiago-Pacífico; de 126% en el Valle de México; y 1% en la región Frontera sur. (CNA - SEMARNAT 2003) ^{Fernández}, por lo que es preocupante el alto grado de presión sobre el recurso hídrico, principalmente en el Valle de México.

El Sector Agrícola en México es el principal consumidor de agua, al destinarse a él un 86%, en comparación con la proporción que del mismo recurso y para el mismo sector se destina en otros países: Canadá utiliza un 8%; Estados Unidos un 42% y Francia un 15%, por lo que es también preocupante el alto grado de dependencia que México tiene del agua, principalmente para el sector agropecuario ^{Magaña}.

En México, en el año de 2001, el consumo (%) de agua entre los sectores fue: 78% al agropecuario, 13% al abastecimiento urbano y doméstico y 9% para la industria, servicios y generación de energía eléctrica.

Fernández

El volumen almacenado por los siete principales lagos en México durante el 2001 disminuyó a 6.5 millones de km³ (3.5% menos que en 1998). Existen además 4,500 presas que almacenaron en total 150 km³. El agua de las presas La Angostura, Malpaso, Infiernillo, Temascal, Aguamilpa y La Amistad, se utilizó principalmente para generar energía eléctrica ^{Fernández}

En lo referente a las aguas subterráneas, la Comisión Nacional del Agua ^{CNA - SEMARNAT 2003} ha definido cerca de 654 acuíferos distribuidos en el territorio nacional, de los cuales 97 están sometidos a sobreexplotación. Por suministrar aproximadamente el 50% de la extracción nacional para todos los usos. Debido a la sobreexplotación, la reserva de agua subterránea disminuye a un ritmo de casi 8 km³ por año; y existen además 17 acuíferos con problemas de intrusión salina ubicados en los estados de Baja California, Baja California Sur, Colima, Sonora y Veracruz.

3.4.2. Superficie Forestal

La superficie forestal natural de bosques y selvas en el país es de 48.2 millones de hectáreas, Has, y corresponde al 27.67% (Tabla 3.6) de la superficie vegetal nacional (INEGI 2003) ^{Presidencia de la República}, existiendo además 21 millones de hectáreas clasificadas como tierras forestales degradadas. La

deforestación y la degradación de bosques en el país ha sido grave, con una pérdida estimada en 1.39% anual.

Formación Forestal	Superficie (Has)
Bosque	28.3
Selva	19.9
Matorral	46.8
Pastizal	8.3
Otros tipos de vegetación	13.5
Agricultura de temporal	20.4
Agricultura de riego	8.3
Total de agricultura	28.7

Tabla 3.6 Superficie Forestal en 2002 (Millones de Ha)
Fuente : INEGI 2003.

El total de la superficie afectada por los incendios en el 2002 asciende a más de 236,000 Ha: 101,555 Has de pastizales, 40,475 Has de bosques y 94,285 Has de otro tipo de superficie. Se ha reforestado un poco más de 225,000 Has de superficie forestal, que representa un 95% del área afectada por incendios, pero cabe considerar que la reforestación es una cobertura vegetal a futuro y que el porcentaje en el logro de organismos nunca es al 100 %; además el incendio de áreas forestales libera carbono a la atmósfera e incrementa las emisiones de gases efecto invernadero. ^{INEGI 2003b.}

A través del análisis, de imágenes por satélite, de la vegetación y uso del suelo en el territorio nacional, y de su comparación en los años de 1993 y 2000, se logró determinar una pérdida total de la cobertura forestal de 8 millones de hectáreas, lo que se traduce en una tasa anual promedio de deforestación mayor a un millón de hectáreas y de acuerdo con la SEMARNAT (2001) este dato constituyen una herramienta básica para la planificación de la política ambiental en materia forestal y fomento de sectores productivos del país vinculados con la silvicultura.

3.4.3. Energéticos

En el Sector de la Energía en México, la intensidad energética, nos indica la cantidad de energía que se requiere para producir un peso de PIB calculado a precios de 1993, y en el 2001 y 2002 se ubicó en 4,003.7 y 3,894.4 kilojoules respectivamente —SENER 2002 y SENER 2003—. Y el valor observado en el año 2002 es el más bajo de los últimos 22 años, con una tendencia a generar más producto con menos energía y por tanto con menores emisiones de gases de efecto invernadero. En la Fig. 3.1 se representa la Intensidad Energética de 1990 al 2002.

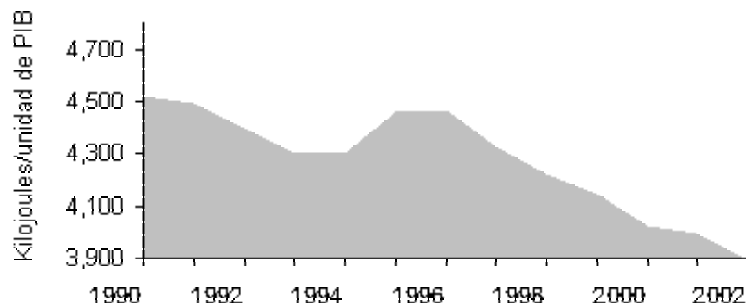
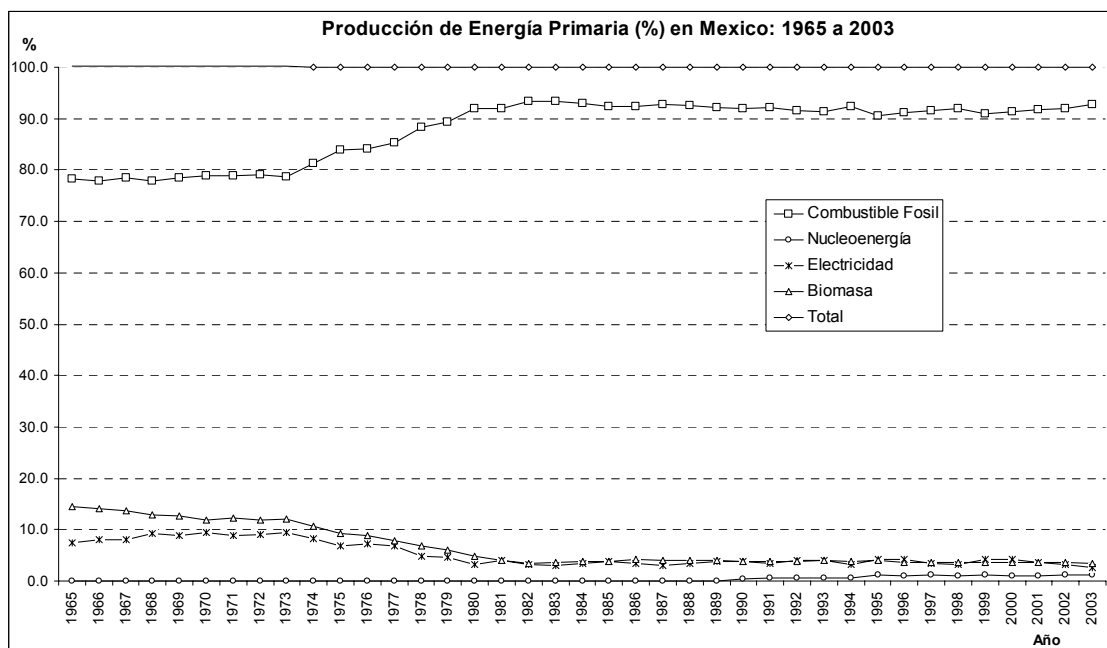


Figura 3.1. Intensidad energética en México 1990-2000 (KJ por unidad de PIB)
Fuente: SENER 2003.

El consumo per cápita de energía fue de 61.5 millones de kilojoules en 2002, 5.7% menos que en el 2000. El consumo nacional de energía en el 2002 decreció 2.5% con respecto al 2000 y alcanzó la cifra de 6,276.3 petajoules, de los cuales el 38% se destinó al propio sector energético y 62% al consumo final. Esta disminución se asocia tanto a un menor nivel de actividad económica (el PIB creció -0.2%), como a la mayor intensidad en el uso de la energía observada en dicho año (SENER 2003).

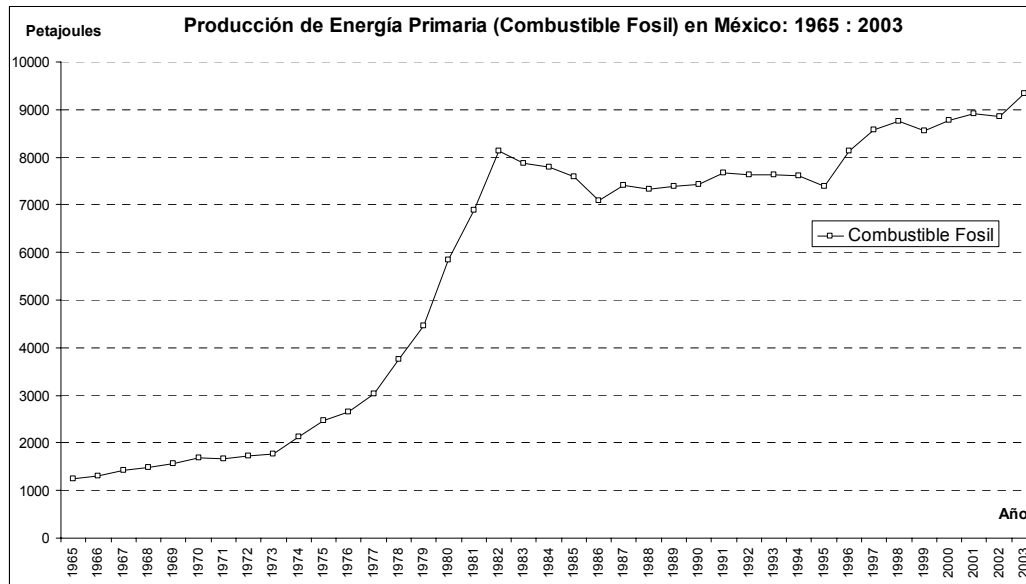
En México, la producción de energía primaria está constituida principalmente por combustibles de origen fósil: en 1965 su participación era de un 78.2 % del total de la producción y en el año de 2003 su participación en la producción total de energía primaria se incrementó a un 92.8% (Gráfica 3.2) .



Gráfica 3.2. Estructura (%) de la Producción de Energía Primaria en México: 1965 – 2003
Elaboración propia.

Fuente: Balances Históricos Nacionales de Energía SENER, México
Balance Nacional de Energía 2001, SENER, México
Balance Nacional de Energía 2003, SENER, México

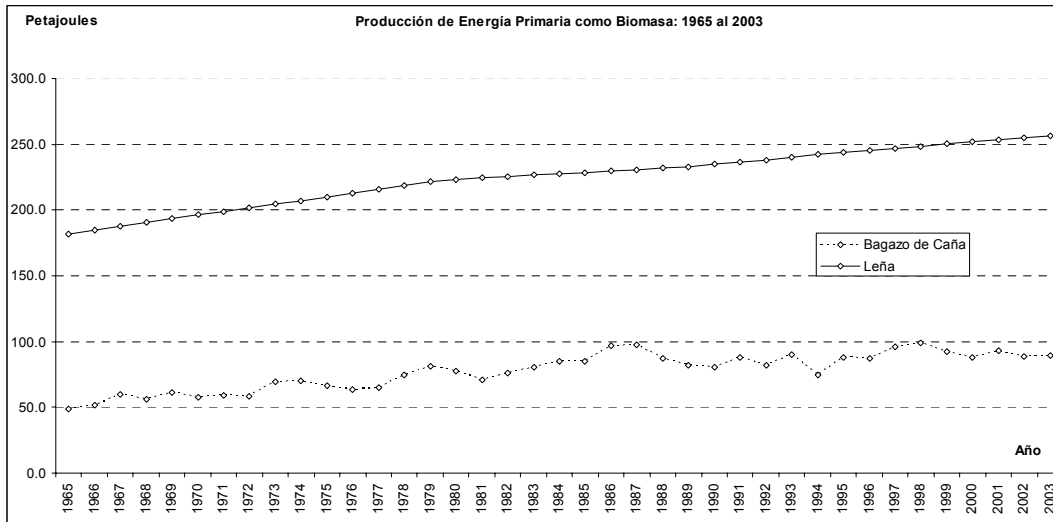
El incremento porcentual en la participación de los combustibles fósiles en la producción primaria total no se debe a que otro(s) tipo(s) de combustibles en la misma Producción Primaria haya(n) presentado un crecimiento negativo o decremento, sino a un crecimiento positivo cuantitativo en la producción de los combustibles fósiles, ya que en el año de 1965, inicio del ciclo analizado, fue de 1247 Petajoules y en el año del 2003 fue de 9336 Petajoules (Gráfica 3.3.), lo que representó un incremento porcentual de 648 % en su producción, en un período de 39 años, lo que nos indica en primer lugar la fuerte dependencia que nuestro País tiene de los combustibles fósiles tanto por ingresos derivados de su Exportación como para cubrir sus necesidades internas de energía, y en segundo lugar, la consecuencia de emisiones gases invernadero por la quema de los mismos combustibles.



Gráfica 3.3.. Producción de Energía Primaria (Combustible Fósil en PJ) en México, en el ciclo 1965 al 2003
Elaboración propia.

Fuente: Balances Históricos Nacionales de Energía SENER, México
Balance Nacional de Energía 2001, SENER, México
Balance Nacional de Energía 2003, SENER, México

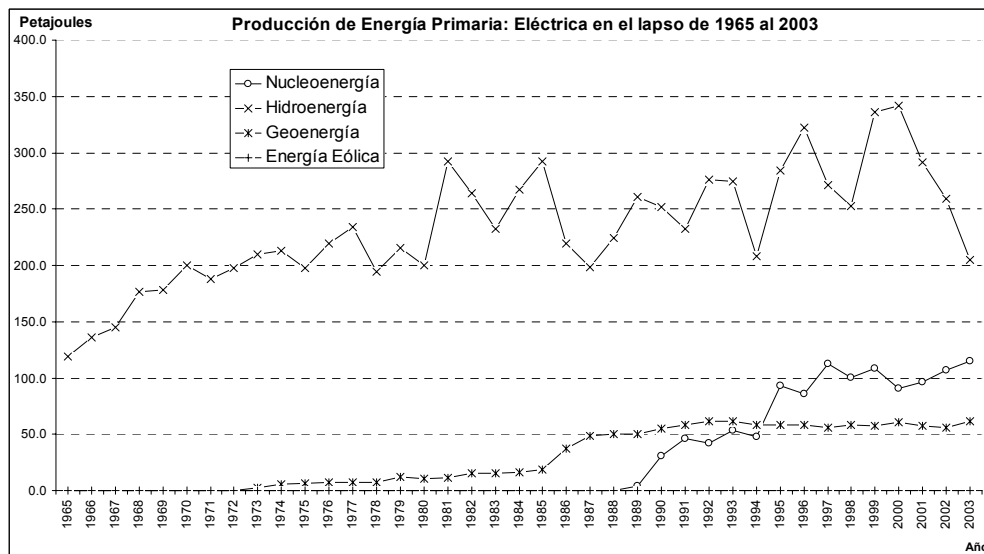
En relación a los combustibles de origen Renovable, en la Producción Primaria de Energía en México, destaca la alta proporción que corresponde a la quema de leña, en comparación con el bagazo de caña, por lo que representa al participar en procesos de deterioro ambiental, que propician una mayor desertificación, un decremento en la captura de CO₂ vía fotosíntesis, una liberación de Carbono a la atmósfera por la quema como combustible (Gráfica 3.4) y una menor captación de agua a los mantos acuíferos.



Gráfica 3.4.- Producción de Energía Primaria como Biomasa, en México, en el ciclo de 1965 – 2003
Elaboración propia

Fuente: Balances Históricos Nacionales de Energía SENER, México
Balance Nacional de Energía 2001, y 2003 SENER, México

En cuanto a la producción de Energía Eléctrica, vía Producción Primaria, a través de Hidroeléctricas, Nucleoeléctricas, Energía Eólica y Geoenergía, la primera, la hidroeléctrica, produce aún la mayor proporción, pero su comportamiento a pesar de tener una tendencia ascendente, presenta un comportamiento errático; y a pesar de su incremento moderado, presenta una disminución porcentual a lo largo del tiempo: en 1965 por ser la única ocupaba el 100% de la producción, pero ante el inicio de los otros tipos y su paulatino incremento, ha disminuido su participación, ubicándose en un 54% (Gráfica 3.5.).



Gráfica 3.5. Generación de Energía Eléctrica, vía Producción Primaria, en México, en el ciclo 1965 al 2003
Elaboración propia

Fuente: Balances Históricos Nacionales de Energía SENER, México
Balance Nacional de Energía 2001, SENER, México
Balance Nacional de Energía 2003, SENER, México

Ante un medio ambiente con alteración climática, las plantas hidroeléctricas ya no son una opción viable, debido a que promueven un mayor deterioro ambiental, y en el caso de las Nucleoeléctricas, estas no representan una opción de generación de energía eléctrica confiable, en cuanto a la seguridad por la posibilidad de accidentes que pudiesen liberar radioactividad, así como por el manejo posterior de los residuos peligrosos, por lo que opciones que utilicen energía limpia o no contaminen como la eólica o la solar, tienen un gran potencial de desarrollo ante la necesidad de reducir la emisión de gases invernadero (Figura 3.2).

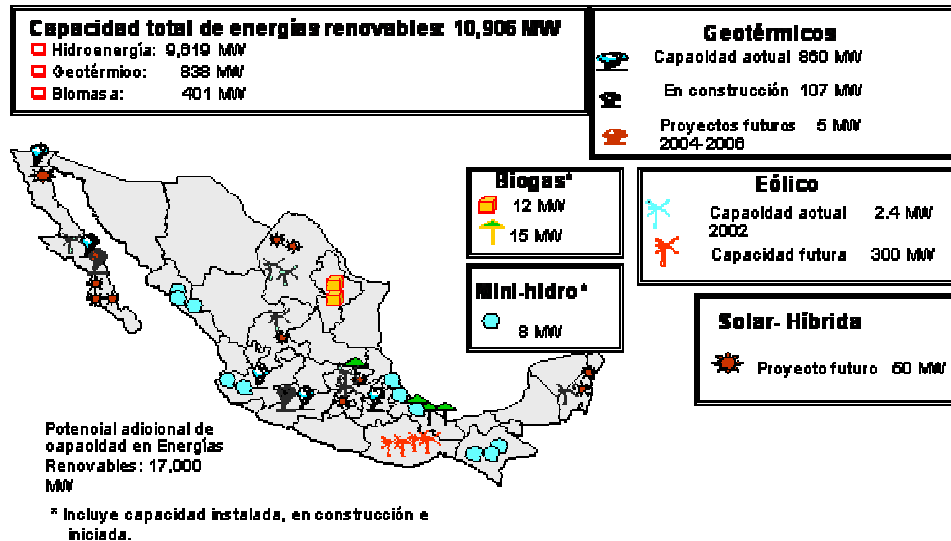


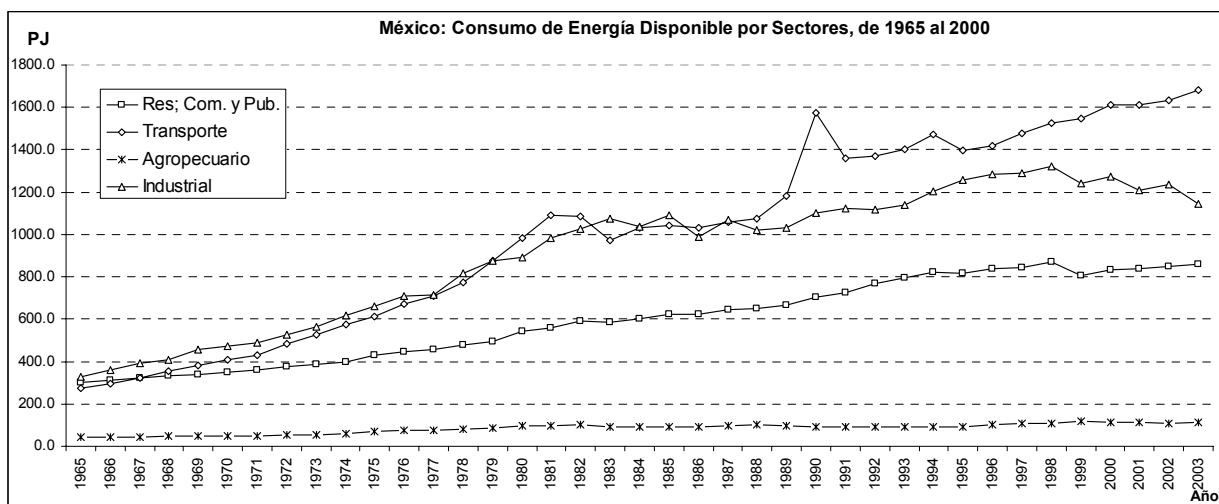
Figura. – 3.2 Energías Naturales Renovables: Situación actual y futura.

Fuente: SENER 2002

En La Cumbre Mundial para el Desarrollo Sustentable, realizada en Johannesburgo, Sudáfrica, en agosto del 2002, México se manifestó en el sentido de que la energía debe ser considerada como un tema transectorial, con impacto en los patrones de consumo y producción, en el deterioro ambiental y en el acceso a servicios básicos; y se insistió en que por su impacto global es urgente que todos los países se comprometan de manera responsable con el Protocolo de Kioto y se asuma éste como el marco general para regular el impacto ambiental global de la energía (SEMARNAT 2003^a). Se consideró que el acceso a la energía, la eficiencia energética y la energía renovable y limpia son elementos centrales del desarrollo sustentable. También se manifestó que en nuestro país se genera cada vez más PIB con menor consumo de energía y generación de emisiones. De igual manera, se expresó la necesidad de elaborar un mandato claro de un uso más limpio de la energía a favor de las energías renovables y la delegación mexicana se pronunció a favor de la inclusión de una meta del 15% en el uso de energías renovables en la mezcla energética global, así como en una reducción sustantiva en el uso de la biomasa tradicional -leña y estiércol- como un compromiso vinculado al combate de la pobreza ^{Fernández}.

En México, el consumo energético de los 4 Sectores (Gráfica 6): Residencial, Comercial y Público;

Transporte, Agropecuario e Industrial han presentado en el lapso de 1965 al 2003 un incremento en proporciones de 184%, 512%, 173% y 250% respectivamente, destacando que en el caso del Sector Industrial en el lapso contemplado, presenta una tendencia descendente en el consumo energético a partir de la década de los noventa, no así en el Sector del Transporte, el cual es el que presenta el mayor consumo energético. Es importante considerar que en todos los Sectores el combustible empleado en el lapso analizado, es primordialmente de tipo fósil en un alta proporción (Gráfica 3.6 y Gráfica 3.2), con las consecuencias ambientales por liberación de materia y energía, función de la ineficiencia de los sistemas. En el año 2003 la estructura de la Producción Primaria fue: 90.9% de Hidrocarburos, el 3.8% de Electricidad, 3.4% de Biomasa y 1.9% de Carbón.



Gráfica 3.6. Consumo de combustible en los 4 Sectores Prioritarios en México, en el ciclo 1965 – 2003.

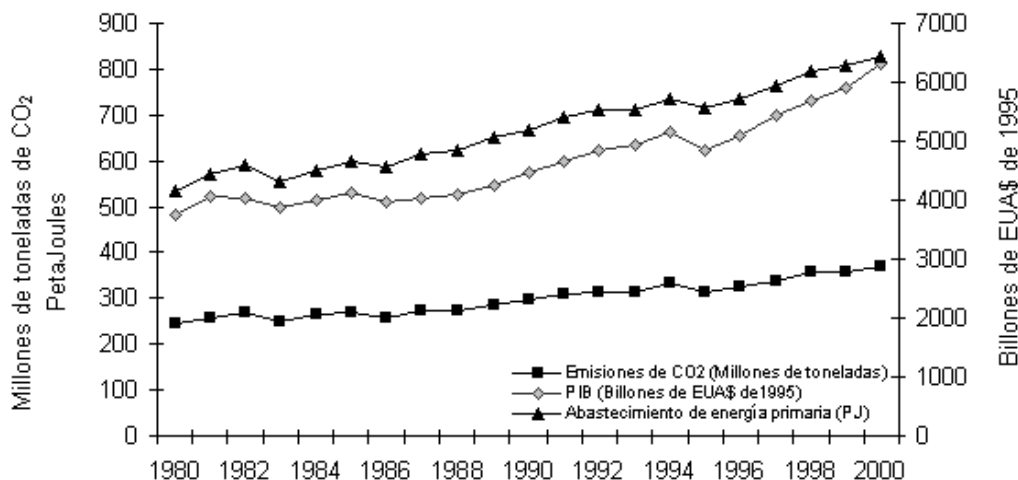
Elaboración propia

Fuente: Balances Históricos Nacionales de Energía SENER, México
 Balance Nacional de Energía 2001, SENER, México
 Balance Nacional de Energía 2003, SENER, México

En México, en el período 2000-2004, el comportamiento en el consumo de energía total de los 4 Sectores referidos presentó un crecimiento de -0.93%, distribuido de la siguiente manera: en el Residencial, Comercial y Público el 3.36%; en el Transporte de 4.31%; en el Agropecuario de -2.34% y en el Industrial de -10.3%.

En México, el consumo energético de los subsectores, al interior de cada sector, presenta una proporción y una evolución diferenciada, por ejemplo, entre 2000 y 2001 el consumo del conjunto del sector residencial, comercial y público creció en 0.7% en general, e individualmente en 0.4%, 2.9% y 1.7%, respectivamente (SENER 2002^a); en el sector transporte creció en -0.9%, y los consumos de los subsectores del transporte eléctrico y autotransporte crecieron en 3.2 y 0.1% respectivamente, y el del marítimo, ferroviario, aéreo en -19.8, -8.4 y -1.9% respectivamente; y los consumos de energía de los sectores agropecuario e industrial crecieron en -4.4 y -8.5% respectivamente. En la industria se utiliza cada vez más energéticos alternos como el licor negro y el biogás y las llantas usadas en procesos no contaminantes de la producción del

El crecimiento de las emisiones de CO₂, presentan un crecimiento más lento que el crecimiento del PIB, lo cual indica que la intensidad energética está disminuyendo (Gráfica 3.7).



Gráfica 3.7. Crecimiento del abastecimiento de energía primaria, PIB y emisiones de CO₂

Fuente: SENER 2002

3.5. Vulnerabilidad

La vulnerabilidad de un sistema natural o biológico está en función de la respuesta ante la magnitud de un evento extremo, y su respuesta está en función de la capacidad de hacer frente al evento,

El Grupo de Trabajo II del Panel Intergubernamental para el Estudio del Cambio Climático, PICC, y encargado del estudio de impactos, vulnerabilidad y adaptación, en su más reciente informe presenta una revisión detallada para Norteamérica y Latinoamérica y en ambas secciones se hace referencia a los aspectos en la vulnerabilidad de México ante el cambio climático, calificándose en términos generales de alta.

Además del informe mencionado en el párrafo anterior, por parte de México, se tienen la Primera y Segunda Comunicación Nacional, realizada por el Comité Intersecretarial de Cambio Climático ante la Convención Marco del Cambio Climático, coordinados por el Instituto Nacional de Ecología, en los que se analiza lo relacionado con el estado de vulnerabilidad de México ante condiciones extremas del clima. En la primera Comunicación se contempla la situación hasta mediados de los años noventa; y en la Segunda Comunicación, se enuncian acciones específicas de mitigación de emisiones, y es necesario realizar un análisis más detallado de los sectores más vulnerables ante el cambio climático, así como realizar un seguimiento por variación en los parámetros.

De acuerdo con los resultados, en nuestro País, se consideran como más vulnerables a los recursos naturales agua y forestal, y en consecuencia a los sectores que más dependen de ellos, como son el agropecuario, principalmente el de agricultura y pesca, y el de los asentamientos humanos, que son influidos fuertemente por aspectos hídricos y térmicos, con una afectación en los aspectos social, económico y de salud.

De acuerdo al reporte del Panel Intergubernamental de Cambio climático, PICC, el incremento en la temperatura ambiental a nivel global promedio en el siglo XX fue de $0.6 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$, sin embargo, éste es sólo el valor promedio global, ya que a nivel regional el incremento puede ser mayor, como en el caso de las ciudades, las cuales reciben un impacto doble y que se refuerza mutuamente: el primero, el del Cambio Climático global que amplifica al 2º, representado por la dinámica propia del sistema ciudad, que en sí es un generador importante de calor debido a la estructura, composición y funcionamiento de la misma, por lo que la diferencia entre la temperatura de la zona más caliente al interior de la ciudad y el campo alcanza hasta varios grados $^{\circ}\text{C}$ y a la que se le conoce como “isla de calor”, que en el caso de Ciudades como la Zona Metropolitana de la Ciudad de México puede tener una diferencia de hasta 8°C ^{Jáuregui}.

Una de las primeras consecuencias de un incremento en la temperatura ambiental por el calentamiento global es la disponibilidad de agua, que se vería reducida, tanto en el ambiente rural como en las ciudades, por una mayor evaporación; y la competencia por dicho recurso podría provocar problemas sociales, bajo un escenario de cambio climático ^{Magaña et al, 2000}. Los conflictos recientes entre las entidades estatales por el acceso al agua de ciertas presas compartidas comienzan a mostrar la magnitud de la problemática que se avecina y uno de los problemas fronterizos con Estados Unidos de América que mayor preocupación causa es el relacionado con el agua.

La distribución espacial del recurso agua en México dista mucho de ser uniforme. El 50% de la población del País cuenta con menos del 20% de este recurso, mientras que en el sudeste del país, el 20% de la población tiene más del 50% del agua. Con poco agua, principalmente en la zona Norte, en la que se encuentran las zonas áridas y semiáridas, se ha observado, en el período de 1945 al 1995 ^{Magaña y Gay} un incremento en la precipitación, consecuencia de una mayor evaporación por un aumento en la temperatura, por lo que es factible una tendencia hacia una menor humedad en el aire y en el suelo, y en consecuencia una mayor aridez.

En relación a la Agricultura, existen diferentes estrategias para evaluar el potencial impacto del cambio climático en la Agricultura y una de ellas es el uso de modelos agroclimáticos, como el CERES – y en el estudio en México, se concluye que en la mayor parte del país los efectos del cambio climático bajo diferentes escenarios serían de reducción en los rendimientos en cultivos como el del maíz, por lo que ante una fluctuación importante por ausencia o exceso del vital líquido expresado como sequías o inundaciones, las pérdidas materiales y económicas son muy importantes: En el período de 1997-1998 por sequía se perdieron más de tres millones de toneladas de maíz con valor de 460 millones de dólares y además de las

pérdidas al sector agropecuario por las sequías y las inundaciones, el suelo sufre, en ambos eventos, una degradación por procesos de erosión o lavado de nutrientes del suelo.

Dentro del sector agropecuario, el subsector pesquero mexicano también es fuertemente afectado por las condiciones climáticas extremas, estimándose que en el período 1997-1998 su producción pesquera decreció entre 25 y 40 % con pérdidas económicas directas del orden de 70 millones de dólares. Por Cambio Climático Global, en la década de los noventa se registraron los mayores incrementos de temperatura y 1998 fue el año en el que la temperatura se incrementó más en todo el planeta, y a este efecto climático global, se agregó el del evento de «El Niño», lo que nos muestra la gran vulnerabilidad que México tiene ante eventos climatológicos extremos cíclicos, reforzados por el Cambio Climático Global, del cual se considera como una de sus características el que su mayor impacto será a largo plazo, por el incremento en la concentración de gases efecto invernadero en la atmósfera.

Los asentamientos humanos son vulnerables con respecto a la satisfacción de sus requerimientos de agua y alimento, además de necesitar un mayor aporte de energía para el control de la temperatura en casas e industrias, así como para la conservación de los alimentos. Estas sobre-demandas constituirán un reto al sistema energético mexicano, al ser necesaria el agua en sus procesos y ser este uno de los recursos que están disminuyendo, por lo que ante el probable incremento de la demanda de energía en el futuro y la disminución del agua disponible para su generación, en combinación con variación de los precios de los combustibles, se tiene una situación que requiere de un mayor y más profundo análisis debido a su gravedad y complejidad.

El estrés hídrico en la vegetación, producto del déficit en precipitación por el evento de “El Niño” en el período de 1997-1998, reflejó una de las situaciones de mayor riesgo para este recurso en los últimos años: En 1998, se estimó que sólo en México se incendiaron cerca de 400 mil Has, de las cuales un 24% fueron bosques, provocando una alta contaminación atmosférica, que además de afectar a la población de Mesoamérica, afectó a la población de los estados vecinos de Estados Unidos de América y en este evento se demostró que las prácticas tradicionales de roza, tumba y quema se convirtieron en el detonante del mayor número de incendios forestales del que se tiene registro, ante una disminución en la humedad relativa.

3.6. Adaptación.

Ante un estímulo como es el Cambio Climático Global, la vulnerabilidad ante él y la capacidad de adaptación varía ampliamente en el mundo, desde el nivel continental, el regional, el nacional y hasta el local; entre las diferentes actividades humanas, y entre los diferentes sectores y/o subsectores. La adaptación es inversamente proporcional a la vulnerabilidad, y por lo expuesto la adaptación es baja en México ante eventos extremos, por lo que es imprescindible su incremento, disminuyendo la vulnerabilidad.

El recurso agua es quizá el más importante, por su alta sensibilidad ante incrementos térmicos, y por depender de él múltiples sistemas y actividades como las actividades agropecuarias y la capacidad de alimentación humana y la necesidad de agua potable para la población, por lo que la planificación de actividades agrícolas y ambientales, deben contemplar un manejo más adecuado y eficiente de este recurso.

Dado que el mayor porcentaje de agua disponible se utiliza en el sector agropecuario, y principalmente en las actividades agrícolas, será necesario replantear una sustitución de los mecanismos de riego utilizados hasta ahora, como las metodologías de riego por goteo, además, en el ámbito urbano, las formas de reuso del agua son imprescindibles y en la obtención del líquido, las propuestas como la desalinización del agua de mar, se replantean como una solución al problema de escasez del recurso con un costo que ha disminuido a nivel mundial, por lo que la adaptación en esta dirección comienza a ser importante.

Los cambios en el clima vinculados al cambio en el uso del suelo por deforestación o desertificación, pueden ser incluso más notables que los producidos por el calentamiento global, sin embargo el propio calentamiento global puede a su vez inducir a una mayor desertificación por una mayor evapotranspiración. Los modelos y la experiencia en nuestro país han mostrado que el cambio de bosques a zonas de pastizales para ganadería o tierras de cultivo provocan una disminución muy importante en la retención y absorción del agua, con lo que se acelera el ciclo de evapotranspiración - precipitación, pero sin retención del agua, por lo que en México, la propuesta de recuperar los bosques a través de una reforestación tendría ventajas múltiples: incrementaría la captura de bióxido de carbono vía fotosíntesis; propiciaría una mayor humedad en el suelo y la absorción de agua hacia los mantos acuíferos, lo que representaría una acumulación del recurso, y una medida de adaptación estructural importante sería la instrumentación de esquemas de reordenamiento territorial, para un mejor control del uso del suelo, con lo que se disminuiría la vulnerabilidad de las poblaciones expuestas a fenómenos hidrometeorológicos e incrementando su capacidad de adaptación.

Un segundo aspecto de importante para disminuir la vulnerabilidad, y que constituye al mismo tiempo una medida de adaptación ante los impactos del cambio climático, es la toma de medidas no estructurales, que incrementen una adecuada toma de decisiones y acciones preventivas, como por ejemplo el sistema de alerta temprana ante eventos como "El Niño", tormentas, huracanes e inundaciones, requiriéndose una mayor participación institucional a fin de implantarse el sistema de alerta temprana ante diversos eventos extremos, con lo que se disminuiría la vulnerabilidad ^{Fernández,}; así como el proporcionar mayor información en el uso de estrategias que pudiesen crear alteraciones climatológicas adicionales como las antenas ionizadoras para provocar lluvia ^{Fernández.}

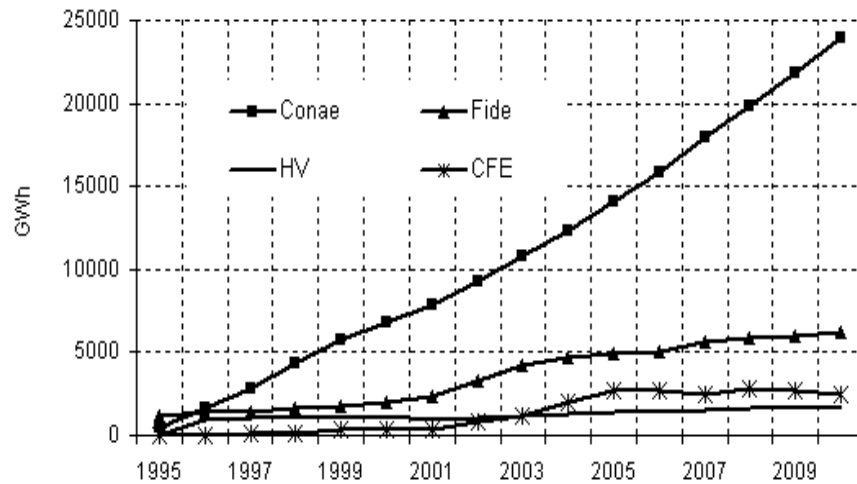
3.7. Mitigación.

La Mitigación se define como la intervención de origen antropogénico con el objetivo de reducir las fuentes de emisión de gases efecto invernadero o incrementar los sumideros de gases invernadero como el CO₂. y en acciones de este tipo es en las que en México se han planteado propuestas vinculadas al sector forestal y el de energéticos.

- I. **En el Sector Forestal**, las acciones están coordinadas por la SEMARNAT y están vinculadas a impulsar las actividades productivas, de conservación y de restauración en materia forestal, con enfoque en un desarrollo forestal tanto sustentable como comercial, con lo que se plantea un uso rentable de la tierra, un incremento en la captura y retención del carbono y una mejor calidad de vida de la población en las comunidades, al generar empleo y diversificar el uso de los ecosistemas ^{SEMARNAT, 2002}.
- II. El Sector Energético tiene un papel decisivo en la vida nacional al generar electricidad e hidrocarburos como insumos para la economía y la prestación de servicios públicos; aportar ingresos fiscales y generar empleo a más de trescientos mil trabajadores, en las tres de las empresas más grandes del país: Petróleos Mexicanos, PEMEX, Comisión Federal de Electricidad, CFE, y la Cía. Luz y Fuerza del Centro, LFC. En este sector, además se encuentran tres órganos desconcentrados: 1) La Comisión Reguladora de Energía, CRE, que regula permisos, precios, tarifas, prestación de servicios, dirime controversias y aplica sanciones; 2) La Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, encargado de manejar los asuntos relacionados con los recursos nucleares y 3) La Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, CONAE, que analiza, diseña, promueve y fomenta acciones en materia de ahorro y uso eficiente de la energía convencional, así como el aprovechamiento de energías renovables en todo el país y proporciona asistencia técnica a los sectores público, privado y social; además de concertar la implantación de Normas de Eficiencia Energética y en forma independiente, El Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica, FIDE, promueve acciones que inducen y fomentan el ahorro y uso racional de la energía eléctrica y su Comité Técnico está integrado por CFE, LFC, CONAE y diferentes cámaras industriales y empresas de consultoría ^{Fernández}.

PEMEX ha logrado una reducción en sus emisiones de bióxido de carbono CO₂, al pasar de 41.6 millones de toneladas en 1999 a 36.9 millones de toneladas a fines del 2002, lo que representa una disminución de 12.73% en el lapso de 4 años. Del total de sus emisiones, la Refinación es el principal generador de CO₂ con 39%, seguido por la Exploración y Producción, con 28%; Gas y Petroquímica Básica, con 17% y Petroquímica, con 16% ^{Fernández}.

En relación a las acciones para el logro de Ahorro de Energía por parte de CONAE, FIDE, CFE y el horario de verano, HV, en la Gráfica 3.8 se observa el comportamiento del ahorro (GWH) logrado a través de los programas implementados por cada uno de ellos, de 1995 a la fecha, así como la Prospectiva hacia el 2010, destacándose el mayor logro en el caso de la CONAE y el menor logro en el caso del Horario de Verano.



Gráfica 3.8. Ahorro de Energía por los programas CONAE, FIDE, CFE y HV de 1995 al 2004 y Prospectiva.

En la Tabla 3.7 se muestran las cantidades en CO₂, en miles de toneladas, evitadas por los programas de la CONAE, el FIDE, HV -el Horario de Verano- y la CFE en el lapso de 1995 al 2002, así como las cantidades que se proyectan ahorrar hasta el año del 2010.

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
CONAE ²	273.3	1,185.4	2,161.6	3,598.7	4,463.8	10,114.8	11,199.3	12,753.7
FIDE ³	690.7	833.0	877.5	956.2	1,082.3	1,182.6	1,403.6	2,004.2
H.de Verano	0.0	566.4	660.7	607.8	655.9	709.9	560.4	635.4
CFE	7.2	30.6	57.1	85.3	193.2	209.4	209.4	517.57
TOTAL	971.2	2,615.4	3,756.8	5,247.9	6,395.1	12,216.7	13,372.7	15,910.8
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
CONAE ²	14,292.8	15,945.9	17,719.6	19,605.0	21,826.1	24,007.9	26,290.3	28,944.8
FIDE ³	2,558.6	2,819.2	2,935.1	3,050.4	3,378.9	3,500.9	3,627.0	3,751.3
H de Verano	739.9	779.6	821.6	863.12	912.9	956.2	1,002.4	1,051.1
CFE	730.8	1,187.7	1,634.9	1,615.6	1,484.7	1,681.2	1,604.2	1,484.7
TOTAL	18,322.1	20,732.5	23,111.3	25,134.1	27,602.6	30,146.2	32,523.9	35,231.8

Tabla 3.7 Estimación de CO₂ evitado por los programas CONAE, FIDE, CFE y Horario de Verano.

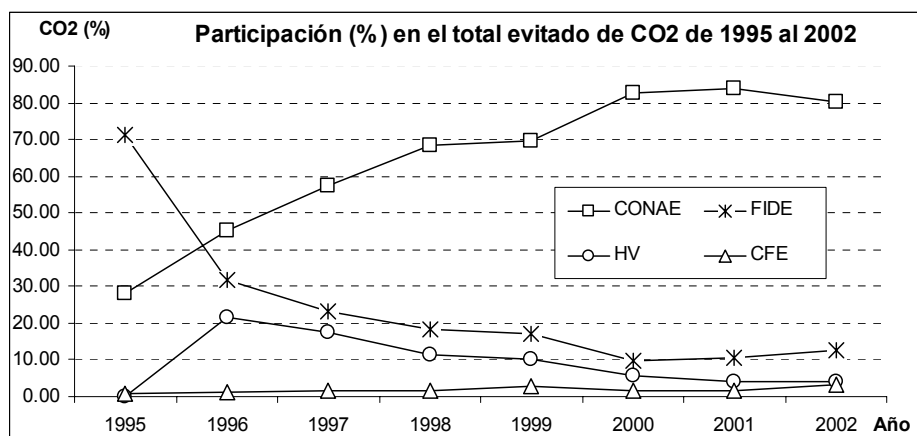
1. Estimación de Emisiones: Poder calórico del crudo de 5,850 MJ/barril y un Factor de 0.264 T de CO₂/MWh o 73.33 T CO₂ /TJ.

2. Considera sólo ahorros por la aplicación de Normas.

3. Incluye Programa de incentivos, pequeña empresa, bombeo agrícola, instalaciones industriales, comerciales y de servicios municipales.

Fuente: SENER 2003.

Del total evitado de CO₂ hasta 2002 por los programas mencionados, destaca la participación de la CONAE en el total (Gráficas 3.8), al pasar de una participación de un 28% en 1995 e incrementarse a un máximo de 84% en el 2001, disminuyendo ligeramente a un 80% en el 2002 (Gráfica 3.9), por lo que su participación ha logrado los mayores ahorros de energía en México y la reducción en las emisiones de gases efecto invernadero, consideradas como CO₂ equivalente.



Gráfica 3.9. Ahorro (%) de Emisiones de GEI como CO₂ equivalente, en México, de 1995 al 2002
Elaboración propia
Fuente: México ante el Cambio Climático Global, INE, 2000

El avance en la investigación sobre cambio climático ha sido principalmente en los aspectos de tecnologías de mitigación de emisiones de gases efecto invernadero, evaluación de la vulnerabilidad y opciones de adaptación y entre las Instituciones que destacan en esta importante actividad están el Instituto Nacional de Ecología; la Secretaría de Energía, la Secretaría del Medio Ambiente del G.D.F, la U.N.A.M., a través de los Institutos de Ecología, de Geografía, de Ingeniería, el Centro de Ciencias de la Atmósfera, y los Programas Universitarios de Energía y del Medio Ambiente, así como las Unidades de Posgrado de Facultades como la de Arquitectura; además de Universidades privadas como el ITAM y la de Las Américas^{Fernández}.

3.7.1. Emisiones de Gases Invernadero generados en México.

En 1997 fue aprobado el texto del Protocolo de Kioto, de la Convención Marco de las Naciones Unidas del Cambio Climático, CMNUCC, mediante el cual se considera debe ser controlada la emisión de seis gases efecto invernadero, GEI,: dióxido de carbono, CO₂, metano, CH₄, óxido nitroso, N₂O, y los halocarbonos: hidrofluorocarbonos, HFCS, perfluorocarbonos, PFCS, y hexafluoruro de azufre, SF₆. El Protocolo de Kioto al ser ratificado por Rusia obtuvo el equivalente al menos de un 55% de las emisiones de gases efecto invernadero para entrar en vigor, en febrero del 2005 y sin que Estados Unidos, el mayor emisor de gases efecto invernadero, lo hubiese ratificado.

La decisión de tener un control sobre los 6 gases mencionados se debe a que estos son los que tienen una influencia en el Cambio Climático Global, por presentar un forzamiento directo, por atrapar la radiación infrarroja que se emite de la tierra, elevando la temperatura de la misma. Existen otros gases, cuyo efecto es indirecto, ya que influyen en el calentamiento de la atmósfera al afectar a los gases con forzamiento directo, pero aunque se conoce cuáles son, aún no se ha comprendido bien la dinámica de estos.

Se ha estimado que el forzamiento radiativo debido al incremento en la emisión de los 6 GEI mencionados

ha alcanzado el valor de 2.43 Wm^{-2} en forma total, con un forzamiento e influencia (%) diferencial de: 1.46 Wm^{-2} al CO_2 (60%); 0.48 Wm^{-2} al CH_4 (20%); 0.15 Wm^{-2} al N_2O (6%) ; 0.34 Wm^{-2} a los 3 halocarbonos (14%), con lo que alteran el balance radiacional, provocando el calentamiento en el planeta ^{PICC 2001} y es el CO_2 el predominante, además, se ha establecido que el agotamiento en la capa de ozono estratosférico ha causado un forzamiento radiativo negativo de -0.15 Wm^{-2} lo que representa un enfriamiento debido a que por el agotamiento en la misma se presenta una fuga de radiación infrarroja, que disminuirá conforme se restituya el O_3 estratosférico.

En cuanto a la fuente en la emisión los GEI, se tiene como factores prioritarios la quema de combustibles fósiles y el cambio de uso de suelo, aunque existen otras fuentes específicas que generan a cada uno de ellos, por ejemplo, El CH_4 se emite en procesos industriales como en la producción, distribución y uso del gas natural y el petróleo y se liberan como subproducto en la extracción del carbón así como en la combustión incompleta de energéticos fósiles; además se emite en actividades antropogénicas como gas que se libera de cultivos o por la descomposición de residuos; en el caso de N_2O , su origen es el uso de fertilizantes, la combustión incompleta de energéticos fósiles, el tratamiento de aguas residuales, la combustión de desechos y el quemado de biomasa; Los halocarbonos son GEI sintéticos de carbono, y utilizados como reemplazo de las sustancias agotadoras de la capa de ozono, y controladas por el Protocolo de Montreal ^{Cuatecontzi}.

Con el objetivo de evaluar las emisiones de GEI y que sus valores sean confiables y comparables, en diferentes niveles: globales, regionales o por país, el Grupo de Trabajo I del Panel Intergubernamental de Cambio climático de Cambio Climático, PIIC, diseñó metodologías para la elaboración de inventarios de emisiones a fin de que cada país pueda aplicarlas y los inventarios se entreguen a la CMNUCC para su evaluación.

México a la fecha ha entregado tres evaluaciones: la primera y segunda comunicación de México ante la CMNUCC y el segundo inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1994-1998 ^{INE, 2002} y en la elaboración de este participaron especialistas de instituciones como la UNAM (Instituto de Ingeniería, Instituto de Ecología y Centro de Ciencias de la Atmósfera), el Instituto Mexicano del Petróleo y el Instituto de Investigaciones Eléctricas, coordinados por El Instituto Nacional de Ecología de la SEMARNAT; y en el inventario se presentan las emisiones de los años de 1994, 1996 y 1998, pero sólo en el de 1996 están incluidas las emisiones generadas por el cambio de uso del suelo y silvicultura y por ser estos rubros importantes en la generación del CO_2 (Tablas 3.8, 3.9 y 3.10) es importante considerar a la de 1996, ya que sin la participación de este sector la responsabilidad en las emisiones es diferente.

INVENTARIO DE GASES EFECTO INVERNADERO EN MEXICO: 1 9 9 4								
Gases de Efecto Invernadero:	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Nox	CO	NMVOC	SO ₂	HFCs
Fuentes y Sumideros								
Emisiones totales y captura	351459.733	6594.860	43.813	1079.432	8260.442	1335.747	1073.743	1.166
1 Energía (combustión + fugitivas)	314352.167	2213.721	8.658	1061.499	7974.329	895.335	1063.569	
A Quema de combustibles	314352.167	89.065	8.658	1061.499	7974.329	895.335	1063.569	
1 Transporte	100755.253	31.874	6.521	621.262	6331.479	730.851	114.979	
2 Industria (ISIC)	59925.714	2.557	0.536	71.186	374.808	7.006	303.400	
3 Industrias energéticas	37058.645	1.073	0.102	53.819	9.245	2.806	71.805	
4 Generación eléctrica	84200.419	0.997	0.467	255.501	16.520	5.579	532.274	
5 Residencial	21607.883	52.479	0.997	46.097	1240.221	148.591	9.248	
6 Comercial	5877.749	0.054	0.011	9.233	0.984	0.171	16.572	
7 Agricultura	4926.504	0.032	0.026	4.401	1.073	0.332	15.293	
B Emisiones fugitivas de combustibles		2124.656						
1 Combustibles sólidos								
2 Petróleo y gas natural		2124.656						
2 Procesos industriales	37107.566	4.811	2.245	5.219	62.243	440.412	10.174	1.166
A Productos minerales	16533.025				0.001	424.127	9.478	
B Industria química	3702.000	4.811	2.245	4.953	20.867	16.215	0.499	
C Producción de metales	16872.541			0.266	41.375	0.070	0.197	
D Otros				0.689	2.574	71.273	3.217	
3 Solventes y otros productos								
4 Agricultura		2233.721	32.910	12.715	223.870			
A Fermentación entérica		2166.37						
B Manejo de estiércol		45.278	0.023					
C Cultivo de arroz		11.408						
D Suelos agrícolas			32.558					
E Quemadas de sabanas								
F Quemadas in situ de residuos agrícolas		10.660	0.352	12.715	223.870			
5 Cambio de uso del suelo y silvicultura								
A Captura en manejo forestal	n.d.							
B Captura en tierras abandonadas	n.d.							
C Emisiones directas producto de la tala forestal	n.d.							
D Emisiones retardadas de la limpia del suelo	n.d.							
E Emisiones de suelos	n.d.							
6 Desechos		2142.607						
A Deposición de desechos sólidos		1038.108						
B Tratamiento de aguas residuales		1104.499						
C Incineración de basura								
D Otros Desechos								
7 Otros								

Fuente: México: Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales: Instituto Nacional de Ecología, 2001

Tabla 3.8. Inventario de Emisiones Gases Invernadero en México para el año de 1994
Fuente: INE. 2º. Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. México, 2001.

INVENTARIO DE GASES EFECTO INVERNADERO EN MEXICO: 1 9 9 6								
Gases de Efecto Invernadero: Fuentes y Sumideros	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Nox	CO	NM VOC	SO ₂	HFCs
Emisiones totales y captura	514048.055	7507.031	46.523	1123.467	8691.120	1070.758	1060.388	2.385
1 Energía (combustión + fugitivas)	314730.258	2208.918	9.913	1057.494	6784.268	808.661	1051.289	
A Quema de combustibles	314730.258	85.133	9.913	1057.494	6784.268	808.661	1051.289	
1 Transporte	97193.079	28.072	7.667	609.000	5091.683	644.173	68.506	
2 Industria (ISIC)	62082.504	2.731	0.604	75.107	430.661	7.598	340.414	
3 Industrias energéticas	38976.038	1.052	0.100	54.403	10.045	3.098	62.093	
4 Generación eléctrica	82868.256	0.966	0.511	258.528	15.916	5.452	538.181	
5 Residencial	22361.465	52.219	0.992	46.510	1233.814	147.813	9.350	
6 Comercial	5827.704	0.055	0.010	9.107	0.968	0.162	15.902	
7 Agricultura	5421.211	0.038	0.028	4.838	1.181	0.365	16.842	
B Emisiones fugitivas de combustibles		2123.785						
1 Combustibles sólidos								
2 Petróleo y gas natural		2123.785						
2 Procesos industriales	42015.581	4.606	3.255	7.466	70.448	262.097	9.099	2.385
A Productos minerales	16659.682				0.001	245.671	8.452	
B Industria química	3806.203	4.606	3.255	7.144	20.828	16.341	0.409	
C Producción de metales	21549.696			0.321	49.619	0.085	0.237	
D Otros				0.486	1.815	88.385	2.269	
3 Solventes y otros productos								
4 Agricultura		2170.644	32.549	12.715	223.870			
A Fermentación entérica		2080.67						
B Manejo de estiércol		65.78	0.021					
C Cultivo de arroz		13.534						
D Suelos agrícolas			32.197					
E Quemadas se sabanas								
F Quemadas in situ de residuos agrícolas		10.660	0.352	12.715	223.870			
5 Cambio de uso del suelo y silvicultura	157302.22	184.29	0.806	45.793	1612.535			
A Captura en manejo forestal	-30206.831							
B Captura en tierras abandonadas	-11784.385							
C Emisiones directas producto de la tala forestal	52139.573							
D Emisiones retardadas de la limpia del suelo	57932.859							
E Emisiones de suelos	89221							
6 Desechos		2938.573						
A Deposición de desechos sólidos		1677.605						
B Tratamiento de aguas residuales		1260.969						
C Incineración de basura								
D Otros								
7 Otros								

Fuente: México: Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales: Instituto Nacional de Ecología, 2001

Tabla 3.9. Inventario de Emisiones Gases Invernadero en México para el año de 1996

Fuente: INE. 2º. Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. México, 2001.

INVENTARIO DE GASES EFECTO INVERNADERO EN MEXICO: 1 9 9 8								
Gases de Efecto Invernadero: Fuentes y Sumideros	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Nox	CO	NMVOC	SO ₂	HFCs
Emisiones totales y captura	394725.959	8060.645	47.452	1151.706	5928.195	999.275	1167.852	1.674
1 Energía (combustión + fugitivas)	350380.378	2634.242	11.249	1133.101	5604.888	725.594	1157.849	
A Quema de combustibles	350380.378	81.482	11.249	1133.101	5604.888	725.594	1157.849	
1 Transporte	104592.431	24.350	8.860	615.643	3864.700	560.062	51.420	
2 Industria (ISIC)	62407.609	2.863	0.659	76.093	482.369	7.871	364.019	
3 Industrias energéticas	47300.838	1.227	0.120	66.419	12.299	3.849	60.261	
4 Generación eléctrica	101343.080	1.200	0.585	313.483	19.883	6.727	638.244	
5 Residencial	22579.848	51.765	0.982	46.383	1223.317	146.517	8.571	
6 Comercial	6418.168	0.059	0.011	9.943	1.072	0.183	17.514	
7 Agricultura	5738.403	0.017	0.031	5.138	1.248	0.386	17.819	
B Emisiones fugitivas de combustibles		2552.761						
1 Combustibles sólidos								
2 Petróleo y gas natural		2552.761						
2 Procesos industriales	44345.58	4.516	0.002	5.384	90.529	273.68	10.004	1.674
A Productos minerales	18225.109				0.001	261.3999	9.275	
B Industria química	2721.000	4.516	0.002	5.04	15.529	12.191	0.426	
C Producción de metales	23399.471			0.344	75	0.091	0.304	
D Otros				0.495	1.849	70.616	2.311	
3 Solventes y otros productos								
4 Agricultura		2059.099	36.201	13.221	232.778			
A Fermentación entérica		1972.58						
B Manejo de estiércol		60.728	0.02					
C Cultivo de arroz		14.71						
D Suelos agrícolas			35.835					
E Quemadas se sabanas								
F Quemadas in situ de residuos agrícolas		11.085	0.366	13.221	232.778			
5 Cambio de uso del suelo y silvicultura								
A Captura en manejo forestal	n.d.							
B Captura en tierras abandonadas	n.d.							
C Emisiones directas producto de la tala forestal	n.d.							
D Emisiones retardadas de la limpia del suelo	n.d.							
E Emisiones de suelos	n.d.							
6 Desechos		3362.788						
A Deposición de desechos sólidos		1981.151						
B Tratamiento de aguas residuales		1381.637						
C Incineración de basura								
D Otros								
7 Otros								

Fuente: México: Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales: Instituto Nacional de Ecología, 2001

Tabla 3.10. Inventario de Emisiones Gases Invernadero en México para el año de 1998
Fuente: INE. 2º. Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. México, 2001.

Los inventarios Nacionales de GEI que se someten a la consideración de la CMNUCC, por haber sido elaborados con metodología estandarizada ofrece datos consistentes y comparables, y su información apoya al objetivo de la CMNUCC que en su artículo 2º establece el logro de la estabilización de las concentraciones de GEI y para planear las estrategias o políticas requiere de la comparación de emisiones diversas en sectores diferentes, por lo que es necesario considerar un indicador común y este es el potencial de calentamiento global, PCG, el cual determina la capacidad de absorción de la radiación infrarroja, que escapa de la superficie terrestre, y la transferencia de esta a otros gases que forman la atmósfera ^{Ruiz y Cruz}. La capacidad del PCG es función de factores como: la propia estructura molecular del gas; la capacidad de atrapar radiación infrarroja y el tiempo de residencia en la atmósfera: a una estructura molecular más compleja o mayor le corresponde una capacidad mayor de atrapar radiación infrarroja y un mayor tiempo de residencia en la atmósfera ^{Ruiz y Cruz}.

Los GEI, por su efecto se dividen en directos e indirectos: los primeros tienen la capacidad de influir en forma directa en la absorción de radiación infrarroja y los segundos de influir en la concentración atmosférica de otros GEI de efecto directo ^{Ruiz y Cruz}. Los GEI de efecto directo son el CO₂, el CH₄, y el N₂O y los halocarbonos; los compuestos de efecto invernadero indirecto son los NOx, CO, SO₂ y los COVNM; y sólo a los GEI directos se les puede asignar un PCG y el compuesto de referencia es el CO₂, estableciendo el PCG a cuántos gramos de CO₂ equivale un gramo de otro compuesto, por lo que una vez establecida la relación es posible indicar emisiones equivalentes de CO₂ y el indicador PCG nos permite comparar la contribución de cada uno de los gases así como el sector que lo emite, establecer con ello su responsabilidad, y en consecuencia las políticas para la reducción en la emisión de GEI ^{Ruiz y Cruz}.

Ruiz L.G. y Cruz, Xochitl en el análisis que hacen de los GEI (Tabla 11) y sus emisiones en México para el año de 1996, establecen que la emisión de GEI por diversos sectores fue: de CO₂ en un 73.4 %; CH₄ en 20.69%, N₂O en 1.38% y halocarbonos en 0.0004% dando un total de 95.4704% y ajustado al 95% establecido en la me

CUADRO 3. ORDENAMIENTO JERÁRQUICO DE LAS EMISIONES DE CO₂ EQUIVALENTE
POR SECTOR

NIVEL	FUENTES CLAVE		PORCENTAJE DEL TOTAL	ACUMULADO PORCENTUAL
1	Cambio del uso del suelo otras			
	c. Emisiones de suelos	CO ₂	12.30	12.30
2	Transporte b. Autotransporte	CO ₂	12.21	24.51
3	Energía otros a. Generación de electricidad	CO ₂	11.43	35.94
4	Industria (isc)	CO ₂	8.56	44.50
5	Cambio del uso del suelo otras			
	b. Emisiones tardías por desmonte	CO ₂	7.99	52.49
6	Cambio del uso del suelo otras			
	a. Emisiones directas por desmonte	CO ₂	7.19	59.68
7	Energía fugitivas 2 Petróleo y gas natural	CH ₄	6.15	65.83
8	Agricultura A Fermentación entérica	CH ₄	6.03	71.85
9	Industrias de la Energía	CO ₂	5.37	77.23
10	Desechos A Desechos sólidos en suelos	CH ₄	4.86	82.09
11	Desechos B Tratamiento de aguas de desecho	CH ₄	3.65	85.74
12	Energía otros b. Residencial	CO ₂	3.08	88.82
13	Procesos industriales C Producción de metales	CO ₂	2.97	91.79
14	Procesos industriales C Producción de metales	CO ₂	2.30	94.09
15	Agricultura D Suelos agrícolas	N ₂ O	1.38	95.47

Tabla 3.11. Ordenamiento jerárquico de emisiones de CO₂ equivalente por sector ^{Ruiz y Cruz}.

El cambio en el uso del suelo en nuestro país impactó en un 27.48% de las emisiones totales de GEI y en un 37.43% a la emisión de CO₂ ^{Ruiz y Cruz}, lo cual es preocupante considerando el doble impacto ambiental tanto por la liberación de carbono fijado en la estructura de los organismos, vía fotosíntesis, y la disminución en la captura de carbono atmosférico vía fotosíntesis también.

El manejo de Energía representa un 46.07% del total de la emisión de los GEI, principalmente como CO₂: 12% en transporte, 11,43% por generación de energía eléctrica; 6% en energías fugitivas de petróleo y gas natural, 5% en industria vinculada con energía, 8.56% en industria y 3.08% por uso residencial ^{Ruiz y Cruz}.

El CH₄ contribuyo con 20.69% del total de las emisiones de GEI por el manejo de desechos tanto sólidos como en el tratamiento de aguas de desecho en 8.51% y en la agricultura con 6% ^{Ruiz y Cruz}.

La emisión de GEI y los sectores que los aportan son un reflejo del tipo de desarrollo de cada uno de los países y en el caso del nuestro, el mayor impacto en la emisión es por el cambio de uso de suelo, lo que es un indicador del alto grado de deterioro ambiental, y que en caso de no revertirse repercutirá principalmente en la conservación de los recursos naturales renovables esenciales como es el agua.

3.7.2. Consumo de energía y emisión de gases efecto invernadero en México de fuentes fijas y de área.

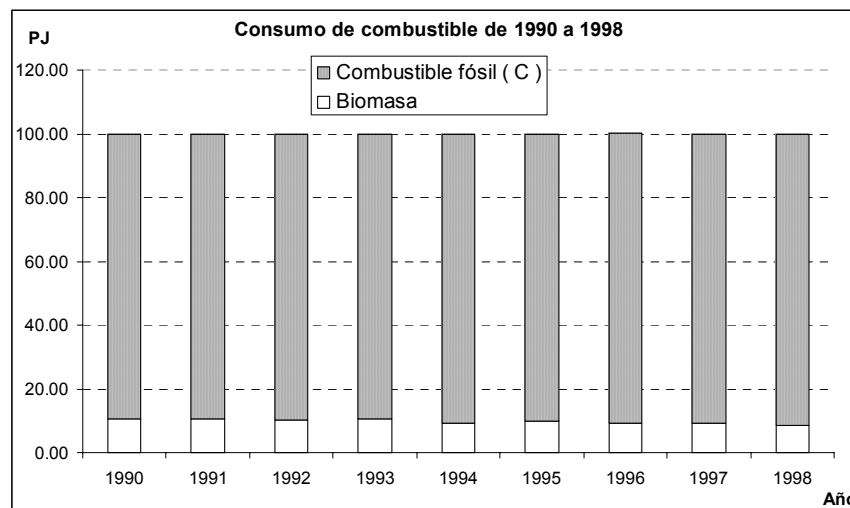
El consumo de combustibles (PJ) en México de 1990 a 1998, sin considerar las fuentes móviles, de acuerdo a la 2ª. Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, presenta un incremento de 31%, en el lapso considerado, si se incluye el uso de biomasa y de 18% si no se le considera (Tabla 3.12).

Combustible	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Bagazo de Caña	72.867	84.192	77.481	86.012	72.148	84.032	83.247	91.372	93.617
Leña	247.356	247.656	247.757	247.646	247.321	246.781	246.015	245.017	243.913
Coque y Carbón	142.16	137.193	145.434	168.046	200.003	221.690	257.355	264.505	269.619
Gas Licuado	315.313	334.393	364.017	383.705	402.819	399.220	402.917	399.252	416.045
Gasolinas	70.819	92.830	66.507	49.766	24.801	24.405	17.329	7.511	35.010
Diesel	160.836	193.519	206.486	160.511	183.016	178.358	187.234	205.223	218.700
Combustóleo	1088.165	1034.115	1013.605	1012.526	1160.161	1011.391	1071.682	1168.982	1266.966
Querosinas	35.646	32.054	41.501	46.500	43.207	25.718	25.773	17.303	12.170
Gas Natural	931.65	986.549	991.684	1032.383	1107.265	1119.315	1227.092	1279.372	1384.060
Total (no incluye biomasa)	2744.589	2810.653	2829.234	2853.437	3121.272	2980.097	3189.382	3342.148	3602.570
Total (si incluye biomasa)	3064.812	2810.653	2829.234	2853.437	3121.272	2980.097	3189.382	3342.148	3602.57

Fuente: 2a. Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

Tabla 3.12. Consumo de Energía (PJ) —Biomasa y Fósil— en fuentes fijas y de área en México de 1990 a 1998.

Del total del combustible empleado de 1990 a 1998, la biomasa representó un 10% en 1990 y un 9% en 1998, y el combustible fósil la diferencia al total: 90% y 91% respectivamente (Gráfica 3.10). De la biomasa utilizada como combustible, la leña, representó el 77% en 1990 y un 72% en 1998, situación que nos indica en primer lugar la alta dependencia que se tiene en el consumo de combustibles fósiles: un 90.5% promedio en el período y, en segundo lugar el progresivo deterioro ambiental que representa el consumo de leña, 74.5% promedio anual, como biomasa.

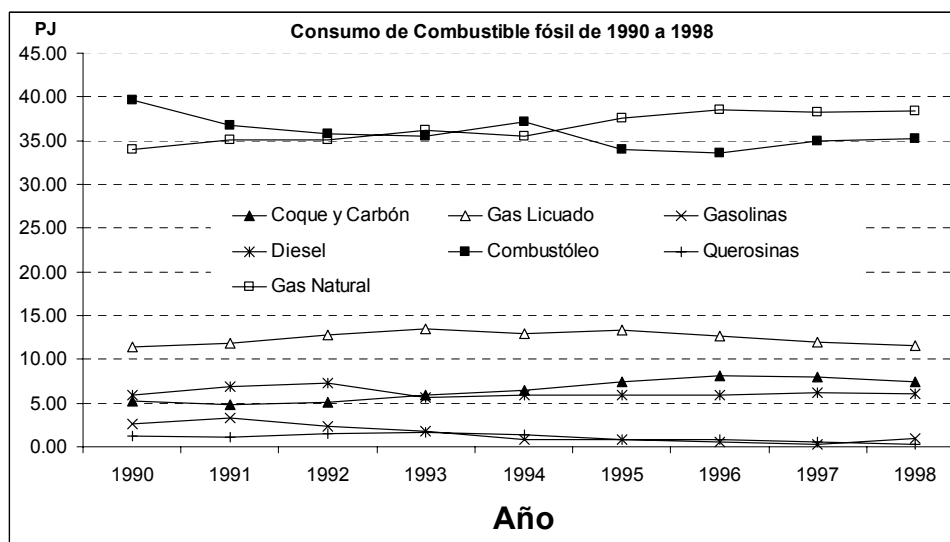


Gráfica 3.10. Consumo de combustible (PJ) como Biomasa y Fósil de 1990 a 1998.

Elaboración propia.

Fuente: 2ª. Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

Del consumo de combustibles fósiles, en México, en el período de 1990 a 1998, destaca la alta proporción en el uso del combustóleo, el cual predominaba al principio de la década hasta 1994, con un decremento paulatino a partir de 1995, por una sustitución y predominio del gas natural (Gráfica 3.11) .

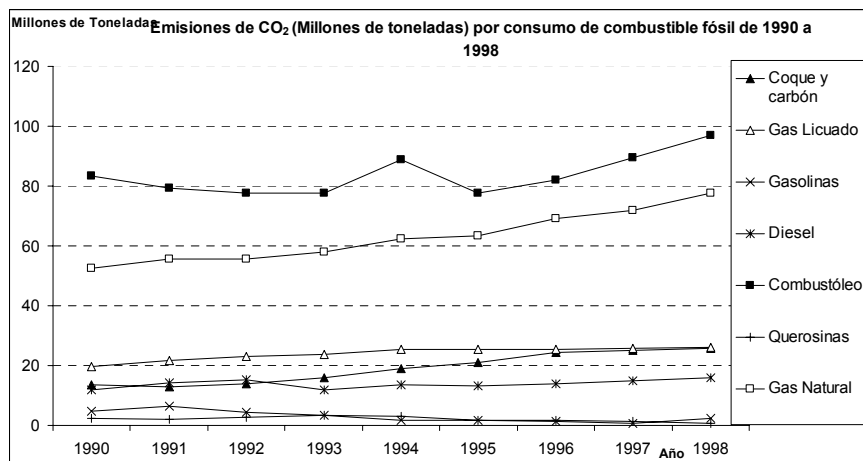


Gráfica 3.11. Consumo de combustibles de origen fósil de 1990 a 1998.

Elaboración propia

Fuente: 2ª. Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Instituto Nacional de Ecología, 2001.

Por el consumo, por quema, de combustible de origen fósil se liberan gases, materia y energía por ineficiencia en el sistema de combustión, y en relación a las emisiones de efecto invernadero, el gas más importante, el CO₂, que se libera principalmente del combustóleo y el gas natural (Gráfica 3.12).

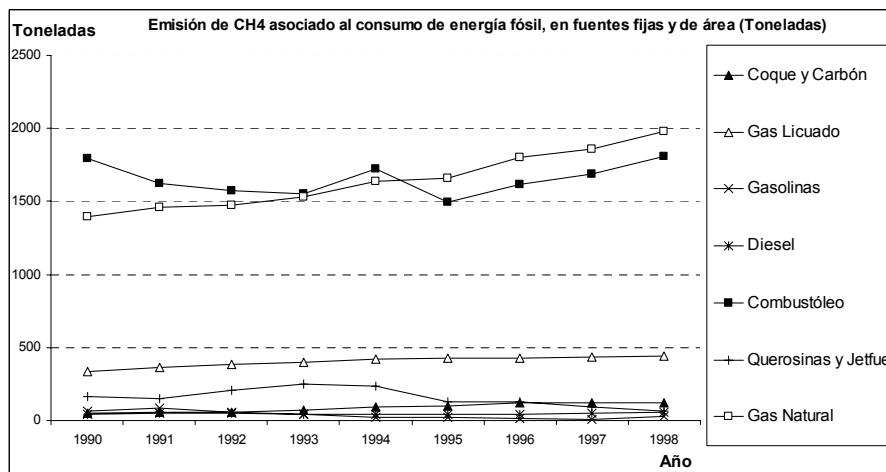


Gráfica 3.12.- Emisiones de CO₂ del consumo de combustible en México de 1990 a 1998. Elaboración propia.

Fuente: 2ª. Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. INE, 2001.

De las emisiones de CO₂ por el consumo de combustible fósil en México, en el período de 1990 a 1998 destaca las generadas por el combustóleo, por ser las de mayor proporción en todo el lapso, representando un 44% en 1990 y un 40% en 1998, motivado esto por una disminución en su uso por sustitución del mismo con gas natural, el cual presenta una mayor eficiencia con una menor generación de CO₂, lo que se puede observar en las gráficas 11 y 12, en el año de 1993, en el que a un volumen similar de ambos combustibles la generación de CO₂ es diferente: 40% en el combustóleo y 30 % en el gas natural, por una mayor eficiencia de éste en relación al primero.

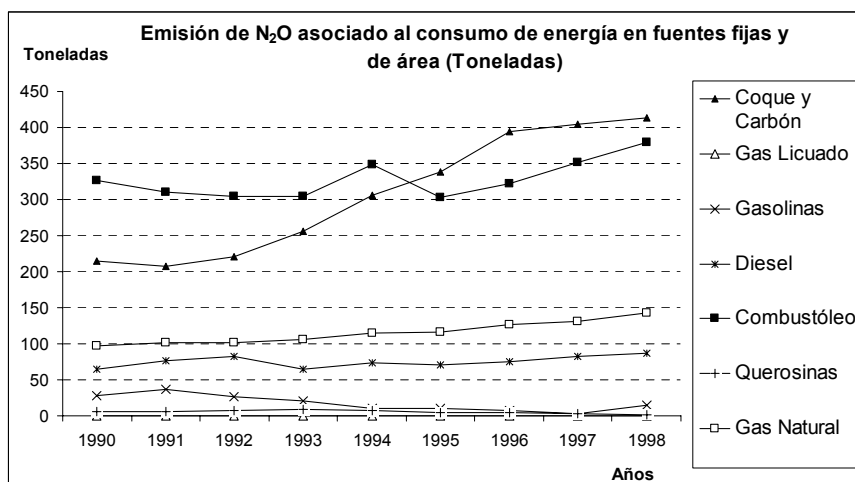
En relación a la emisión de metano, CH₄, del combustible fósil consumido en México en fuentes fijas y de área, en el período de 1990 a 1998 (Gráfica 3.13) destaca la proporción de emisión de CH₄ del combustóleo y del gas natural; siendo de 47% y 40% de la emisión total de CH₄ para el combustóleo en los años de 1990 y 1998; y de 36% y 44% de la emisión total de CH₄ para el gas natural en los años de 1990 y 1998.



Gráfica 3.13. Emisión de CH₄ asociado al consumo de energía fósil, en fuentes fijas y de área (Tons.) Elaboración propia

Fuente: 2ª. Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Instituto Nacional de Ecología, 2001.

En la emisión de óxido nitroso, N₂O, del combustible fósil consumido en México en fuentes fijas y de área, en el período de 1990 a 1998 (Gráfica 3.14) son tres los combustibles que sobresalen por sus emisiones: el combustóleo, el coque y carbón y el gas natural, correspondiéndoles del total emitido de N₂O en el período analizado (1990 a 1998) un 39% promedio al combustóleo, un 36% promedio al coque y carbón y un 14% al gas natural.



Gráfica 3.14.- Emisión de N₂O asociada al consumo de energía en fuentes fijas y de área (toneladas)
Elaboración propia

Fuente: 2ª. Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Instituto Nacional de Ecología, 2001.

Al analizar la participación porcentual en la emisión de CO₂, CH₄ y N₂O, en toneladas, para cada uno de los combustibles analizados: Coque y carbón, Gas licuado, Gasolinas, Diesel, Combustóleo, Querosinas y Gas Natural, se obtiene que las emisiones de bióxido de carbono en cualquiera de los combustibles tiene una participación de 99.99%, considerando que la emisión del CO₂ es en millones de toneladas y las del CH₄ y las del N₂O se reportan en toneladas, por lo que el principal gas efecto invernadero, CO₂ emitido por los sectores en el uso de estos combustibles en el período de 1990 a 1998, se presenta en la Tabla 13.

Sector consumidor	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Industrial	55.77	55.35	55.76	56.15	59.93	61.07	62.08	60.94	62.41
Industrias energéticas	37.87	38.38	38.59	35.98	37.06	32.20	38.98	41.61	47.30
Residencial	18.78	19.49	20.11	20.68	21.61	21.99	22.36	22.47	22.58
Comercial	3.73	4.69	5.37	5.31	5.88	5.38	5.83	6.04	6.42
Agropecuario	4.98	5.14	5.17	5.20	4.93	5.07	5.42	5.80	5.74
Gen. de electricidad	66.99	69.24	67.76	70.35	84.20	77.96	82.87	92.15	101.34
Total	188.13	192.28	192.76	193.66	213.60	203.66	217.54	229.00	245.79

Tabla 3.13. Emisiones de bióxido de carbono asociadas al consumo de fuentes fijas y de área.

Fuente: 2ª. Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. INE, 2001.

En el periodo considerado, de 1990 a 1998, cada uno de los sectores emitió CO₂, en millones de toneladas (Mill Tons) en un promedio anual de: 59 Mill Tons. correspondiendo al industrial: 79 Mill Tons. al de la generación de energía eléctrica, 39 Mill. Tons. al de las industrias energéticas; 21 Mill. Tons. al residencial, 5 Mill de Tons.; al comercial y 5 Mill. Tons. al agropecuario, con una participación (%) de 28% en el industrial; 38% en el de generación de electricidad; 19% en el de Industrias energéticas; 10% en el residencial; 3% en el comercial y 3% en el agropecuario, ubicándose el sector de generación de Energía Eléctrica como el que más emisiones de CO₂ presenta del total.

4. Producción y consumo de la energía eléctrica en México.

Con base en la evidencia de que el Sector Eléctrico, en México, tiene un fuerte impacto en las emisiones de GEI, CO₂ principalmente, y por ser este sector el que está vinculado con la operación de las edificaciones y con ello al tema en el que incide el presente trabajo, se destina un capítulo a este tipo de energía en nuestro país, en la consideración de la complejidad que representa su generación, su consumo y la situación que el sector tiene en nuestro país.

El presente capítulo se ha dividido en cuatro partes, en la primera, se presenta información sobre la generación de energía eléctrica en el mundo, a fin de tener una referencia para la de nuestro país; en la segunda se analiza al sistema eléctrico nacional en relación a su estructura: los tipos de generación, los combustibles que utiliza y las emisiones que se generan; en la tercera se analizan los factores que inciden en la demanda y consumo de la energía eléctrica en nuestro país, como son la variabilidad climática y la propia dinámica de la población nacional con enfoque hacia la población urbana, por ser este segmento de la población el que ejerce una mayor presión sobre los recursos, incluyendo el consumo de la energía eléctrica, y en consecuencia en su generación; y por último, en la cuarta parte se presenta el consumo de energía eléctrica y los sectores primordiales que la utilizan.

4.1. La generación y consumo de energía eléctrica a nivel mundial.

La generación de energía eléctrica depende actualmente de la quema de combustibles fósiles, principalmente en termoeléctricas, que es la alternativa más utilizada a nivel global, y esto se debe a que ante la creciente demanda de energía eléctrica otras opciones viables que se tienen para generarla ofrecen conflicto, por ejemplo, la nuclear es y será motivo de discusión por el riesgo en su manejo y disposición de residuos; el sistema hidroeléctrico a pesar de no contaminar el ambiente en la generación eléctrica si lo impacta por la destrucción de ecosistemas y finalmente el que las opciones de recursos renovables al estar aún en proceso de desarrollo no tienen la capacidad de ofrecer el recurso de acuerdo a la demanda.

En el año de 1999, la generación de energía eléctrica a nivel mundial, en 1999 se realizó de ^{Laguna} la siguiente forma:

- El 63.7% en Centrales Térmicas, con combustión de derivados del petróleo, gas natural y carbón;
- El 17.2% en Centrales Nucleares;
- El 17.5 % en hidroeléctricas y el
- 1.6% por otras formas de energía.

En relación a la proporción de los combustibles utilizados, en 1999 el principal energético fue el carbón en un 38.1%, el gas natural en un 17.1% y los derivados del petróleo en un 8.5%. El uso del gas natural está

aumentando y es posible que en el año 2020 su participación se incremente a escala mundial a un 26.5% y que en contraste la participación del carbón y de la energía nuclear se reduzcan en un 31.7% y 12.2% respectivamente. Además, es deseable que la producción de Energía Eléctrica a partir de energías renovables representen el 20%.

El uso de combustibles fósiles genera emisiones contaminantes locales y globales como: bióxido de carbono, CO₂, metano, CH₄, óxido nitroso, N₂O, NOx, monóxido de carbono, CO, compuestos orgánicos volátiles no metano, NMVOC, bióxido de azufre, SO₂ y halocarbonos, HFCs; y de estas emisiones el CO₂, el CH₄, el N₂O y parte de los halocarbonos son los que tienen un efecto directo en el Cambio Climático Global.

La lluvia ácida está vinculada a la generación de energía eléctrica por emisión de SO₂ y NOx, ya que reaccionan en las nubes formando ácido sulfúrico (H₂SO₄) y ácido nítrico (HNO₃) que caen en la precipitación de lluvia. También se deposita acidez en las superficies, que reaccionan al establecer contacto con el agua, originando un medio corrosivo.

En la tabla 4.1 se presenta la generación de energía eléctrica a nivel mundial y por continente en el año de 1999, y de la misma es posible observar aspectos diversos como: la participación en 1999, por continente, en la generación de energía eléctrica total, presenta diferencias: África generó del total un 2.93%; América un 34.42%; Asia un 29.96%; Europa un 31.04% y Oceanía un 1.64% ^{El Sector Energético en México, 2003}; por lo que el 95.42 de energía eléctrica se generó en tres continentes: América, Asia y Europa y con una participación similar entre ellos, y el 4.58% al total se generó en los continentes de África y Oceanía.

Generación total mundial de energía eléctrica (Miles de kilowatts) y por continente en 1999.							
Continente	Sector Público					Autoprodutores	Total
	Total	Térmica	Hidráulica	Nuclear	Geotérmica		
África	92489	69792	20810	1842	45	4382	96871
América	1038594	638437	277845	119363	2949	97694	1136288
Asia	905987	645000	184789	70677	5521	83167	989154
Europa	939235	534729	223481	175535	5490	85570	1024805
Oceanía	51716	38178	13134	0	404	2305	54021
Total	3028021	1926136	720059	367417	14409	273118	3301139

Tabla 4.1.- Generación mundial de energía eléctrica (Miles de kilowatts) y por continente en 1999.

Elaboración propia.

Fuente: El sector energético en México, INEGI, México, 2003.

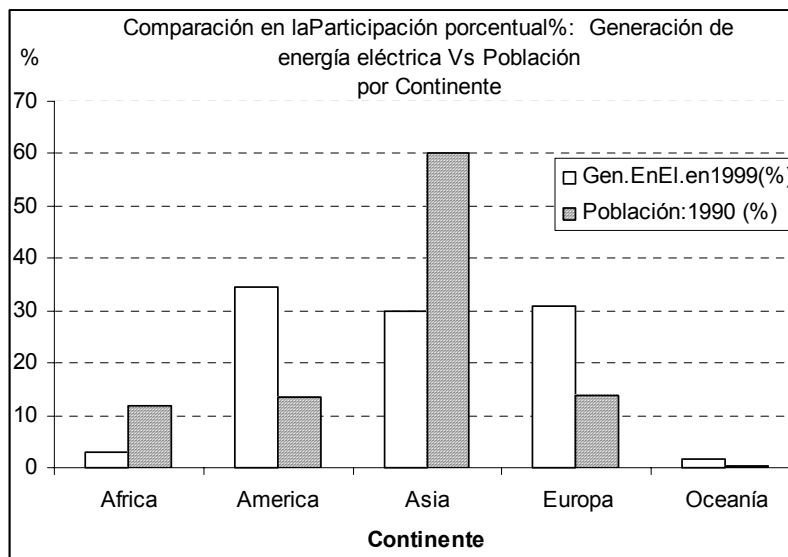
La generación de energía eléctrica de autoprodutores, a nivel mundial representó en el año de 1999 un 8.27% del total mundial, con lo que la generación en los diferentes tipos, se ve modificada a 58.35% en termoeléctricas (vapor, combustión interna, turbogas, ciclo combinado, carbón y dual); 21.81% en hidráulicas; 11.13% de energía nuclear; y 0.44% de geotérmica ^{El Sector Energético en México, 2003}. y este ajuste en la proporción se considera puede ser reajustado, en la medida en que se conozca cuál es el tipo de

generación que emplean los autoprodutores, ya que es posible que se relacione con la generación del tipo de termoeléctricas.

De la generación total de energía eléctrica de los autoprodutores, África reporta una participación de 1.6%; América de un 35.77%; Asia de un 30.45%; Europa de un 31.33% y Oceanía de un 0.84%, por lo que el 97.55% de la generación de autoprodutores se está realizando en América, Asia y Europa, y este esquema es un reflejo de la generación total.

De la generación total de energía eléctrica, por continente, la participación porcentual de las termoeléctricas en el año de 1999 fue de: 75.46% en África, 61.47% en América; 71.19 % en Asia; 56.93% en Europa y 73.82% en Oceanía ^{El Sector Energético en México, 2003}, por lo que independientemente del volumen de energía generada, la forma que predomina para generar energía eléctrica es por medio de quema de combustible fósil en termoeléctricas.

Si comparamos la población humana que habita en cada uno de los continentes, las diferencias se acentúan; y para ello consideraremos el número de habitantes a nivel mundial en 1990, año elegido como de referencia para comparaciones ^{Noín y Decroix}. en el que la población total mundial tenía la siguiente distribución: un 11.91% en África; un 13.62% en América; un 60.28% en Asia; un 13.67% en Europa y un 0.49% en Oceanía, y si esta distribución porcentual de población se compara con la correspondiente en la generación de energía eléctrica en 1999 se tendría una relación como la que se observa en la Gráfica 4.1.



Gráfica 4.1: Relación comparativa en la participación (%) en la Generación de energía eléctrica Vs Población por continente.

Elaboración propia.
Fuente: El sector energético en México, INEGI, México, 2003.

De la gráfica 1, si comparamos la generación porcentual de la energía eléctrica por continente Vs la población por continente, y consideramos a la población de África y la generación de energía eléctrica para la misma como base, el consumo por cada habitante sería el equivalente a 1 y la referencia en la

comparación del consumo por habitante en los demás continentes, con lo que tendríamos que en el continente Asiático el consumo de cada habitante es el equivalente a 2, esto significa que cada habitante en Asia consume 2 veces más que en África; en Europa cada habitante consume 9 veces más que en África; en América cada habitante consume 10 veces más que en África y en Oceanía cada habitante consume 13 veces más que en África, lo que nos da una relación de la inequidad que hay entre los habitantes por continente en el uso de la energía eléctrica, ya que mientras en África sus habitantes aún no cubren sus necesidades básicas, en otros continentes no sólo las cubren, sino que reflejan un nivel de industrialización intensiva que utiliza y quema combustibles de origen fósil principalmente, y también es reflejo del nivel de la responsabilidad ante el deterioro ambiental.

Además de la gran diferencia que existe en la comparación entre continentes, también hay diferencias importantes al interior de cada continente; por ejemplo, en la generación de energía eléctrica en América, se presenta en la Tabla 4.2 la generación de 8 países, incluyendo México.

Generación de energía eléctrica (miles de kilowatts) en América en 1999.

	Total	Sector Público				Autoprodutores	Total
		Térmica	Hidráulica	Nuclear	Geotérmica		
Estados Unidos	719828	522100	96082	99925	1721	74328	794156
Canadá	109187	29686	63001	16395	105	6765	115952
Brasil	63959	5217	58085	657	0	4221	68180
México	42999	30917	9945	1368	769	3322	46321
Argentina	21994	11365	9597	1018	14	1748	23742
Venezuela	20340	8545	11795	0	0	1275	21615
Colombia	12632	4133	8499	0	0	558	13190
Puerto Rico	4390	4295	95	0	0	40	4430
Otros países	43265	22179	20746	0	340	5437	48702
Total	1038594	638437	277845	119363	2949	97694	1136288

Tabla 4.2: Generación de energía eléctrica (miles de kilowatts) en América en el año de 1999.

Elaboración propia.

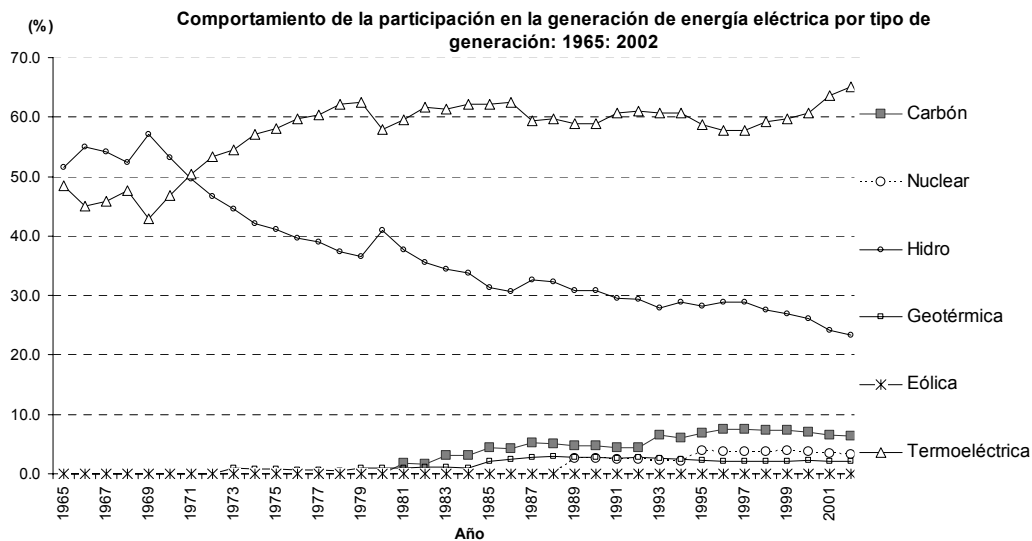
Fuente: El sector energético en México, INEGI, México, 2003.

De la generación de energía eléctrica en 1999, en el continente Americano, la participación del total está distribuida de la siguiente manera: un 70% en Estados Unidos; 10 % en Canadá; 6% en Brasil; 4% en México; 2% en Argentina; 2% en Venezuela; 1% en Colombia; 0.390% en Puerto Rico y el 4.286% en el resto de países del continente; con lo que es posible ver la desigualdad en la producción y en el consumo de la energía, así como el nivel de industrialización de países en desarrollo como Estados Unidos y Canadá y el de países en desarrollo del resto del continente.

4.2. La generación de energía eléctrica a nivel nacional.

La generación de energía eléctrica por capacidad instalada en México ha sufrido transformación en el tiempo: en una revisión de la estructura generadora de energía eléctrica, a partir de 1965, destaca que en este año se tenían sólo dos opciones: la energía eléctrica generada de hidroeléctricas en un 51.6% y la

generada en termoeléctricas en un 48.4%; predominando la primera hasta 1970, y la segunda, desde ese año, predominio que no ha cedido a otro tipo de generación (Gráfica 4.2), y representando en el 2002 un 65% del total. A partir de 1973 se inicia la generación geotérmica, con 1% y en el 2002 representa un 2 % de la generación total; la energía nuclear inició en 1989 con una participación del 2.7 % y en el 2002 del 3.6%; en el año de 1995 inicia la generación eólica con una participación de 0.0061% y en el 2002 representa el 0.005%. Cabe destacar que la disminución en la participación porcentual en el total de la capacidad instalada de algunos tipos de generación de energía eléctrica como en el caso de la eólica no implica una disminución en su capacidad instalada, la cual podría haber permanecido igual e incluso haberse incrementado, pero su participación porcentual obedece al hecho de un mayor incremento en la capacidad instalada de otro(s) tipos de generación de energía eléctrica como son las termoeléctricas.



Gráfica 4.2.- Estructura porcentual en la generación de energía eléctrica en México, de 1965 al 2002.

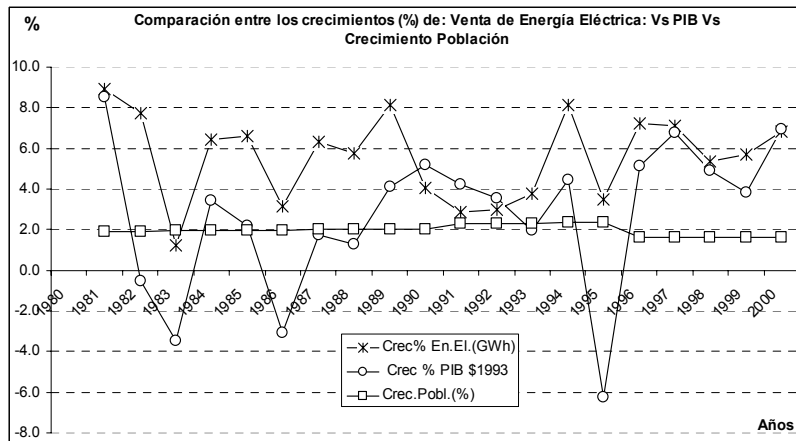
Elaboración propia.
Balance Nacional de Energía (históricos) SENER, México.

En años recientes se inició la generación independiente de energía en instituciones como PEMEX o por parte del sector industrial, pero al no reportarse cuál es el tipo de generación utilizada, no es posible saber en cuál incide; pero se supone podría estar vinculada al tipo de termoeléctrica, ya que podría utilizar el vapor producto de sus procesos o el producir calor, con quema de combustible fósil, para obtener vapor y generar con él la energía eléctrica, y si la situación fuese así, con esta cogeneración se estaría incrementando la generación de energía eléctrica de las termoeléctricas en las que por la quema de combustible fósil se está incorporando más moléculas de carbono a la atmósfera en forma de CO₂, CH₄ u N₂O.

4.2.1. Estructura y combustibles en la generación de energía eléctrica en México.

En México, la tasa de crecimiento en la demanda de energía eléctrica supera a la tasa del crecimiento del PIB y a la tasa de crecimiento poblacional nacional (Gráfica 4.3); por lo que existe una fuerte presión en el

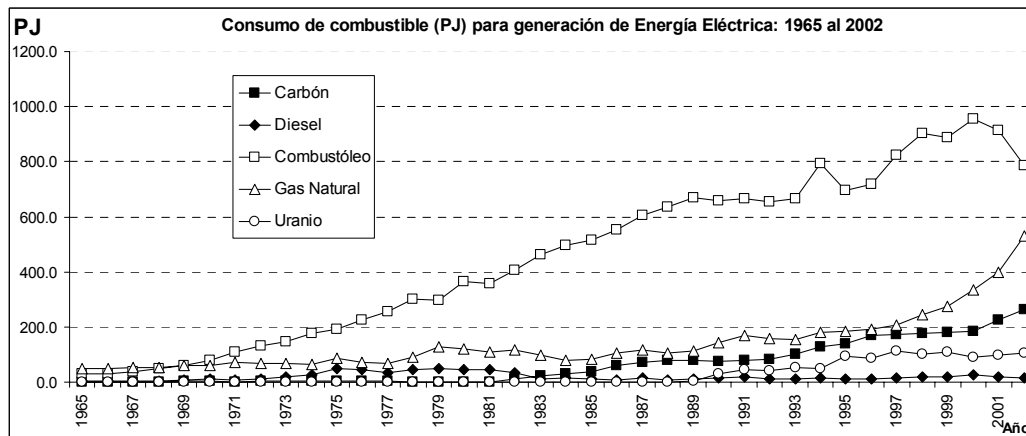
sector hacia un mayor consumo de energía eléctrica, lo que es preocupante ante la necesidad de mitigar la emisión de gases invernadero producto de la quema de combustibles fósiles; por lo que podría favorecerse el uso de energía eléctrica de origen nuclear, pero el riesgo que implica su uso y el manejo de los residuos limitan su uso; y en la actualidad el uso de energía eléctrica generada a partir de energía renovable sería una excelente solución al problema de la contaminación por combustibles fósiles y a la cada vez mayor demanda de energía eléctrica, pero hasta el momento su participación es mínima en el total generado, por lo que cuenta con un gran potencial.



Gráfica 4.3: Tasas de crecimiento: Venta de Energía Eléctrica : PIB : Crecimiento poblacional: 1980 al 2000.
Generación propia

Fuente: USAID – Generación Eléctrica en México.

En México, la composición de combustibles que se utiliza para la generación de energía eléctrica está formado principalmente por carbón, diesel, combustóleo, gas natural y uranio, y en ésta mezcla ha predominado el combustóleo desde hace 35 años, disminuyendo su participación en este siglo, al empezar a ser sustituido por el gas natural, (Gráfica 4.4).



Gráfica 4.4.- Composición de la mezcla de combustibles utilizados en la Generación de Energía Eléctrica en el período de 1965 al 2002.

Generación propia.

Fuente: Balance Nacional de Energía.- Registros históricos

La capacidad instalada (MW) para la generación de energía eléctrica estaba estructurada en el año de 2002 de la siguiente forma ^{El Sector Energético, 2003} .

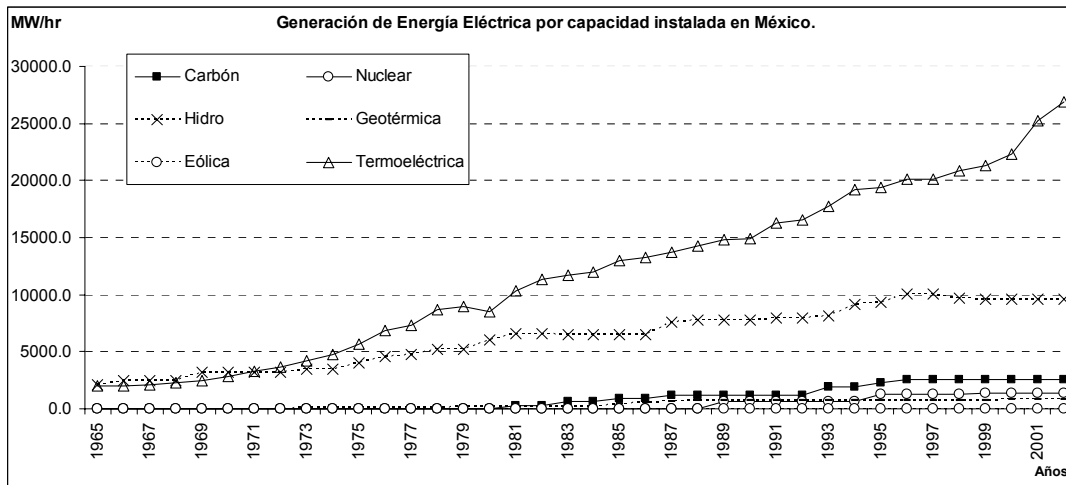
- **Termoeléctricas** de combustibles fósiles, con una capacidad instalada de 25861.76 MW ^{El Sector Energético, 2003}, lo que equivale a una participación en la capacidad instalada total de 68.62%; en las plantas termoeléctricas se produce la electricidad a partir de la energía calorífica desprendida por la combustión de los combustibles de diesel, carbón, gas natural, combustóleo y otros aceites pesados, existiendo diferentes tipos de plantas y que son ^{Fuentes de energía}.
 - **Vapor convencional**, que utiliza básicamente como fuente energética primaria combustóleo y en un futuro próximo gas natural ^{Fuentes de energía}, y que en el 2002 contaba con una capacidad instalada de 25861.76 MW equivalente a un 69% del total de las termoeléctricas.
 - **Dual**, que utiliza como fuente energética primaria combustóleo o carbón como fuente energética primaria, lo que le da la particularidad de ser “dual”. Actualmente funciona con combustóleo ^{Fuentes de energía}; con una capacidad instalada de 2100 MW que representa un 6% del total de las termoeléctricas.
 - **Carboeléctrica**, que utiliza carbón de bajo contenido de azufre como energético primario. En la práctica, el carbón y sus residuos de combustión requieren de una alta tecnología para su manejo y abatir la contaminación ^{Fuentes de energía}, con una capacidad instalada de 2600 MW, que equivale a 7% del total de termoeléctricas.
 - **Turbogas**, que emplea gas natural o diesel, y puede quemar combustóleo o petróleo crudo en modelos avanzados ^{Fuentes de energía}; con una capacidad instalada de 2889.78 MW, que equivale a un 8% del total de termoeléctricas.
 - **Ciclo combinado**, que utiliza como combustible gas natural o diesel, pero puede quemar combustóleo o petróleo crudo; este tipo de planta está integrada por dos tipos de unidades diferentes: turbogas y vapor, ya definidas, y una vez terminado el ciclo de generación en la unidad de turbogas, los gases generados, que aún tienen un importante contenido energético por su alta temperatura son utilizados para calentar agua y producir vapor, el cual se utiliza en la otra unidad, de vapor, en forma similar a las termoeléctricas de vapor convencional ^{Fuentes de energía}, con una capacidad instalada de 3847.92 MW, y que equivale a un 10% del total de las termoeléctricas.
 - **Combustión interna**, el que consume una mezcla de combustóleo puro o mezclado con diesel ^{Fuentes de energía}; con una capacidad instalada de 141.56 MW, y que del total de termoeléctricas representa 0.3781% del total.

- **Geotermoeléctricas**, con una capacidad instalada 842.90 MW ^{El Sector Energético, 2003}, lo que equivale a una participación en la capacidad instalada total de 2.24% respectivamente; estas plantas utilizan como fuente primaria de energía el vapor, que se obtiene a una alta temperatura, aproximadamente de 300°C, del subsuelo. a través de pozos cuyas profundidades llegan hasta los 4200 m. El vapor sale junto con agua, separándose esta y utilizándose sólo el vapor para la generación de energía eléctrica ^{Fuentes de energía}.
- Las **Centrales Nucleoeléctricas**, con una capacidad instalada de 1364.88 MW ^{El Sector Energético, 2003}, lo que equivale a una participación en la capacidad instalada total de 3.62% respectivamente, disminuyendo su participación a pesar de lo constante en la capacidad instalada en función del incremento de otro tipo de plantas como las termoeléctricas, y al igual que en éstas, las nucleares utilizan vapor a presión, pero en este caso el calor se obtiene al fisiónar átomos de un isótopo de uranio en el interior de un reactor para producir el vapor. La energía nuclear genera escasa contaminación ambiental y podría en este sentido ser sustituto del tipo de generación con quema de combustibles fósiles, ante la perspectiva de su agotamiento; sin embargo el riesgo de su uso y disposición de residuos es aun grande ^{Fuentes de energía}.
- **Plantas Hidroeléctricas**, con una capacidad instalada para los años de 9615.15 MW ^{El Sector Energético, 2003}, lo que equivale a una participación en la capacidad instalada total de 25.51 % ; las hidroeléctricas utilizan la energía cinética del agua para producir el fluido eléctrico. Este tipo de plantas no producen contaminación por el proceso de generar energía eléctrica, pero el impacto ambiental lo provoca la instalación de la infraestructura, por cambio de uso de suelo, al perderse zonas de cultivo, pérdida forestal, destrucción del hábitat natural de las especies que en él habitan, hundimiento de tierra, pérdida de recursos naturales renovables y no renovables ^{Fuentes de energía}.
- **Plantas Eoloeléctricas**, con una capacidad instalada de 2.18 MW ^{El Sector Energético, 2003}, lo que equivale a una participación en la capacidad instalada total de 0.00578%; produciendo la energía eléctrica con aerogeneradores, y con ello desplazando a la quema de combustibles fósiles ^{Fuentes de energía}.

La generación de energía eléctrica en México, en el año de 2002 fue de 178507.86 GWhr, con la siguiente participación por tipo: Las Termoeléctricas: 138495.28 GWhr; las Geotermoeléctricas: 5397.63 GWhr; las Nucleoeléctricas: 9746,62 GWhr; las Hidroeléctricas: 24861.66 GWhr y las Eoloeléctricas: 6.67 GWhr, La participación porcentual en la generación de energía eléctrica en México, en el año de 2002 fue de 77.58% de las termoeléctricas; 3.02 % de las Geotermoeléctricas; 5.46% de las Nucleoeléctricas; 13.93% de las Hidroeléctricas y 0.00374% de las Eoloeléctricas.

México, al generar energía eléctrica por quema de combustibles fósiles en termoeléctricas en un 77.58% nos muestra la alta dependencia que tenemos de estos tipo de combustibles y en consecuencia la alta emisión de gases efecto invernadero por la quema de los mismos, y además, en la comparación con la

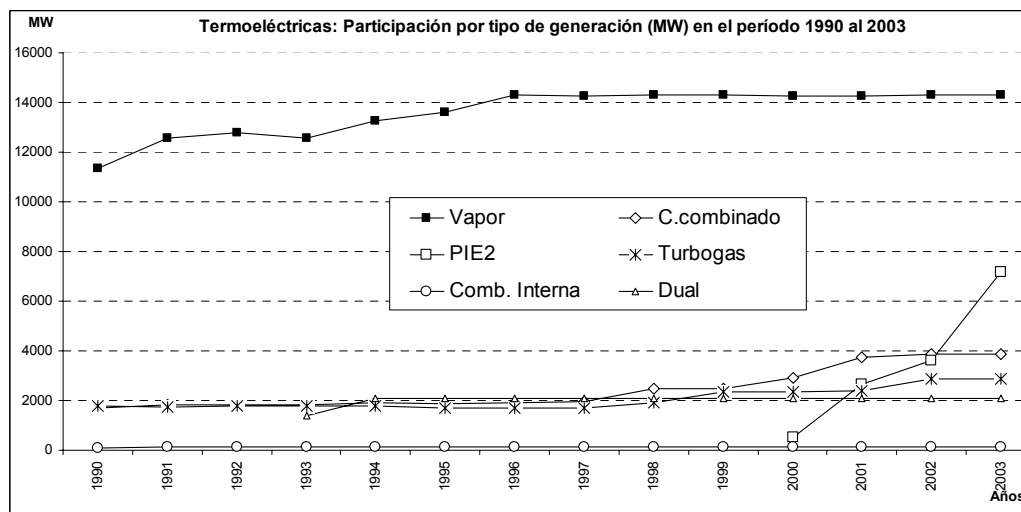
generación de energía eléctrica en centrales térmicas a nivel mundial, de 63.7 %, en México se tiene que por este tipo de generación se rebasa el promedio mundial en un 14%; y que por otros tipos se encuentra por abajo del promedio mundial: en un 4% con respecto a las hidroeléctricas y en un 12% con respecto a la de Centrales nucleares. Por lo expuesto, en México la generación de energía eléctrica depende de la quema de combustibles fósiles (Gráficas 4 y 5), situación que predomina desde hace 30 años, tanto en la capacidad instalada como en la energía generada.



Gráfica 4.5. Generación de Energía eléctrica por capacidad instalada en México: 1965:2002
Generación propia

Fuente: Balances Históricos Nacionales de Energía. México. SENER.

La generación de Energía Eléctrica, en México, depende básicamente de las Plantas Termoeléctricas; sin embargo, a pesar de que el factor común en ellas es la quema de combustibles de tipo fósil, hay diferencias en cuanto al tipo de combustible y al proceso que lo utiliza, por lo que existe una variabilidad por tipo de termoeléctricas (Gráfica 4.6), predominando la de vapor convencional en el que se utiliza como combustible diesel, carbón, gas natural, combustóleo y otros aceites pesados y en este tipo se incluyen a las carboeléctricas, que utilizan carbón de bajo contenido de azufre.



Gráfica 4.6.- Distribución de Termoeléctricas, por tipo de generación (MW)
Generación propia.

Fuente: Balances Históricos Nacionales de Energía – SENER- México

De la gráfica 6, se observa que las termoeléctricas de ciclo combinado presentan un incremento en su capacidad instalada, al incrementarse su participación porcentual de 11% en 1990 a 13% en el 2003; asimismo, destaca la generación de energía eléctrica de los productores independientes de energía, PIE, mismos que la generan, principalmente para ser utilizada en sus procesos, como es el caso de PEMEX o el de parte de la Industria, y esta cogeneración, iniciada en el año 2000 con una participación de 2% se incrementó a 10% en el 2001, a 13% en el 2002 y a 24% en el 2003, por lo que la participación de las termoeléctricas en la capacidad total instalada ha disminuido, al pasar de un 67% en 1999 a un 47%, en el 2003, pero cabe señalar que en la fuente consultada sólo se indica la capacidad instalada que los productores externos de energía tienen, pero sin especificar el tipo de generación que utilizan, y en caso de ser del tipo termoeléctrica, la participación de estas en lugar de disminuir se estaría incrementando en forma importante, y con ello la quema de combustibles fósiles.

4.2.2. Emisión de contaminantes.

Así como existe variación en el tipo de combustible de origen fósil utilizado en las plantas termoeléctricas, (diesel, carbón, gas natural, combustóleo y otros aceites pesados), también existe variación en la eficiencia entre los diferentes tipos de las plantas termoeléctricas que utilizan combustible fósil: en las de vapor convencional la eficiencia es de 30 a 33%; en las carboeléctricas de 29 a 32%; en las de turbogas de 25% y en las de ciclo combinado de 40 a 45%; por lo que la variación en la eficiencia de las termoeléctricas va de un mínimo de un 25 % en las de turbogas a un máximo de 45 % en las de ciclo combinado, lo que nos indica que la eficiencia de las termoeléctricas es baja, al ser la máxima eficiencia de un 45%; que su rango de variabilidad es amplio, de un 20%, que si la mayor parte de la capacidad instalada y en consecuencia de la energía eléctrica que se consume se genera por la quema de combustibles fósiles con una eficiencia promedio de 30 a 33 %, que es el rango en el que se encuentran las de vapor convencional, y en este rango está implícito el de las carboeléctricas consideradas dentro de las termoeléctricas convencionales, esto nos explica en parte la alta emisión de gases, por baja eficiencia en la generación de energía eléctrica, que se libera de las termoeléctricas incorporándose al ambiente.

La emisión de contaminantes en la generación de energía eléctrica por quema de combustibles de tipo fósil es alta. Si comparamos las emisiones que generan fuentes distintas para producir electricidad, por ejemplo, diferentes tipos de carbón, energía nuclear, energía fotovoltaica, biomasa, energía geotérmica, termosolar y la hidráulica, las emisiones liberadas en el proceso, serían: bióxido de carbono, CO₂; óxidos de nitrógeno, NO_x; óxidos de azufre, SO_x; partículas suspendidas totales, PST; monóxido de carbono, CO e hidrocarburos en el caso de la quema de carbón, pero ante diferentes fuentes de energía para generar el mismo tipo de energía eléctrica tendríamos como puede verse en la Tabla 4.3, un aporte muy diferente:

EMISIÓN DE CONTAMINANTES EN LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL CICLO TOTAL DE COMBUSTIBLE (ton/GW h)								
Fuente de energía:	CO2	NOx	SOx	PST	CO	HC	Nuclear	Total por Fuente
Carbón convencional	1058.19	2.986	2.971	1.626	0.267	0.102	NA	1066.143
Carbón lecho fluidificado	1057.09	1.551	2.968	1.624	0.267	0.102	NA	1063.602
Carbón gasificado	823.99	0.251	0.336	1.176	NA	NA	NA	825.756
Reactor nuclear	8.59	0.034	0.029	0.003	0.018	0.001	3.641	12.316
Fotovoltaico	5.89	0.008	0.023	0.017	0.003	0.002	NA	5.943
Biomasa	0.00	0.614	0.154	0.512	11.361	0.768	NA	13.409
Geotérmica	56.80	ET	ET	ET	ET	ET	NA	56.800
Eólica	7.40	ET	ET	ET	ET	ET	NA	7.400
Termosolar	3.60	ET	ET	ET	ET	ET	NA	3.600
Hidroeléctrica	6.55	ET	ET	ET	ET	ET	NA	6.550
Total por contaminante	3,028.10	5.44	6.48	4.96	11.92	0.98	3.64	3,061.52

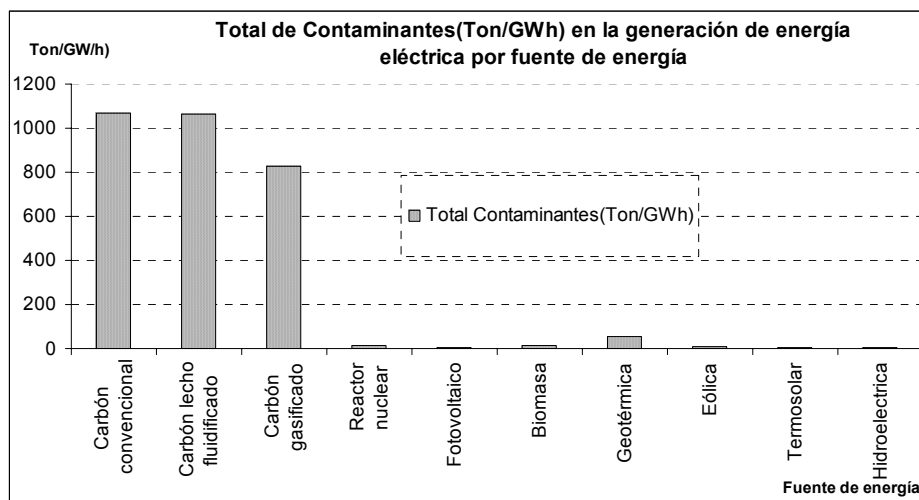
NA: No aplica.

ET: Elementos traza.

Tabla 4.3.- Emisión de contaminantes, de fuentes de energía diferentes, en la generación de energía eléctrica.

Fuente: Holum 1977 en Jiménez B. 2001

Del total de CO₂ el aporte es de un 34.9 % por la combustión del carbón convencional, un 34.9% por el carbón lecho fluidificado y un 27.2% por el carbón gasificado; y la diferencia al 100% sería el CO₂ emitido por las demás fuentes energéticas (Gráfica 4.7).



Gráfica 4.7.- Comparación de la Emisión total de contaminantes en la generación de Energía eléctrica con diferentes fuentes de energía.

Generación propia.

Fuente: Holum 1977 en Jiménez B.

Si del ejemplo anterior, se comparara cada uno de los combustibles de carbon Vs las demás fuentes, en el total de contaminantes, se tendría la siguiente relación: un 92.2% del total de las emisiones serían por el carbón convencional, un 92.2% por el carbón lecho fluidificado y un 90.3% por el carbón gasificado, por lo cual, en términos generales el carbón como combustible de origen fósil, genera la emisión de CO₂ que rebasa el 90% del total.

Por la relación anterior, son obvias las ventajas que las fuentes renovables tienen sobre los combustibles de origen fósil en la generación de energía eléctrica, por lo que ante el grave problema de deterioro ambiental, en el que está el planeta —desgaste de la capa de ozono, lluvia ácida en las ciudades, y calentamiento global—, la generación alternativa de energía eléctrica de fuentes renovables tiene un gran potencial de desarrollo, y dependiendo del incremento en su oferta, su(s) costo(s) disminuiría(n), con la consecuencia de una mayor demanda.

Si la comparación del carbón es entre diversas tecnologías en las termoeléctricas (Tabla 4.4), es posible observar que independientemente de la tecnología que lo queme, la emisión de CO₂ está un rango de 89% a 95% del total de las emisiones; las emisiones de NOx en el rango de 0.06 a 0.15% y el SOx de 0.02 a 0.11%, por lo que independientemente de la tecnología hasta ahora utilizada en las termoeléctricas, que es la principal generadora de energía eléctrica, la emisión de CO₂ es alta.

TECNOLOGÍA	CONSUMO DE CARBÓN (ton/d)	EMISIONES (ton/d)			RES. SÓLIDO (ton/d)
		CO ₂	NOx	SOx	
Turbina de vapor más desulfurador de gases, reductor catalítico selectivo y precipitador electrostático.	2200	5250	8.6	6.6	485
Ciclo combinado con combustión en lecho fluidificado convencional.	2200	5250	4.6	6.6	610
Ciclo combinado con combustión en lecho fluidificado prezurizado.	2000	4780	3.4	4.0	580
Ciclo combinado con gasificación integral	1950	4650	3.4	0.9	265

Planta con capacidad neta de 250 MW quemando carbón con 1.5% de azufre, 12% de cenizas y 26.6 MJ/Kg de poder calorífico.

Tabla 4.4- Emisiones y Residuos sólidos, con diversas tecnologías, en la quema de carbón.
Fuente: Jiménez, B. 2001

4.2.3. Emisión de Gases Invernadero.

En la Convención Marco de las Naciones Unidas del Cambio Climático se seleccionaron para su control a 6 gases, por su influencia con el forzamiento positivo en el Cambio Climático Global actual, y estos son dióxido de carbono, CO₂, metano, CH₄, óxido nitroso, N₂O, hidrofluorocarbonos, HFCS, perfluorocarbonos, PFCS, y hexafluoro de azufre, SF₆.

El forzamiento positivo, altera el balance radiacional de la tierra, provocando su calentamiento^{PICC}. El forzamiento radiativo total y su participación (%) de los Gases Efecto Invernadero, GEI, se ha calculado en 2.43 Wm⁻² (100%) y en forma individual de: 1.46 Wm⁻² (60%) para el CO₂; de 0.48 Wm⁻² (19.75%) para el CH₄; de 0.34 (14%) Wm⁻² para los halocarbonos y de 0.15 (6.17%) Wm⁻² para el N₂O.

En relación a las emisiones no vinculadas con el Cambio Climático Global, por la generación de energía eléctrica destaca la participación de la emisión en el total, la del NOx con una emisión de un 23% del total y la del SO₂ con una emisión de 51% del total, y ambos compuestos están vinculados con la formación de

lluvia ácida por interactuar con el elemento agua, tanto en forma líquida como vapor.

El gas invernadero CO₂, emitido, como promedio anual en millones de toneladas en el período de 1990 a 1998 (Tabla 4.5), por la quema de los combustibles de origen fósil, en la generación de electricidad es de 10 millones de toneladas emitidas por la quema de gas natural; 56 millones de toneladas emitidas por la quema del combustóleo; 1 millón de toneladas emitidas por la quema del diesel y 12 millones de toneladas emitidas por la quema del carbón. De la participación total de emisión de CO₂, por la quema de combustibles fósiles, destaca la que se emite por la quema del combustóleo, equivalente al 71% del total.

Combustible	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Gas Natural	8.021	9.427	8.742	8.561	10.051	10.348	10.682	11.607	13.743
Combustóleo	50.504	50.992	50.279	50.981	60.823	53.350	55.064	63.046	69.220
Diesel	1.144	1.261	0.902	0.860	0.795	0.766	0.699	0.973	1.420
Carbón	7.323	7.557	7.838	9.948	12.352	13.494	16.423	16.520	16.960
Total	66.992	69.237	67.761	70.350	84.200	77.958	82.868	92.146	101.343

Tabla 4.5.- Emisiones de CO₂ por uso de combustible en la generación de energía eléctrica, en México, de 1990 a 1998.
Fuente: 2ª. Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. INE, 2001.

El gas invernadero CH₄, emitido, como promedio anual en toneladas en el período de 1990 a 1998 (Tabla 4.6), por la quema de los combustibles de origen fósil, en la generación de electricidad es de 182 toneladas emitidas por la quema de gas natural; 658 toneladas emitidas por la quema del combustóleo; 12 toneladas emitidas por la quema del diesel y 88 toneladas emitidas por la quema del carbón. De la participación total de emisión de metano, CH₄, por la quema de combustibles fósiles, destaca la que se emite por la quema del combustóleo, con una participación de un 70%, y que equivale a 658 toneladas de CH₄.

Combustible	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Gas Natural	143.699	168.887	156.616	153.367	180.063	185.380	191.371	207.934	246.208
Combustóleo	593.438	599.177	590.800	599.052	714.690	626.890	647.022	740.818	813.369
Diesel	14.047	15.476	11.075	10.554	11.968	9.401	8.581	11.941	17.425
Carbón	53.232	54.928	56.971	72.311	89.783	98.085	119.378	120.083	123.278
Total	804.415	838.468	815.461	835.284	996.505	919.756	966.351	1080.77	1200.28

Tabla 4.6.- Emisiones de CH₄ por uso de combustible en la generación de energía eléctrica, en México, de 1990 a 1998.
Fuente: 2ª. Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. INE, 2001.

En México, el combustóleo fue el principal combustible fósil, por cuya combustión en la generación de energía eléctrica generó el 71% y 70% de los gases efecto invernadero bióxido de carbono, CO₂, y metano, CH₄, en el período de 1994 a 1998, que es el último período reportado en los inventarios de GEI ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático Global.

La ubicación geográfica de nuestro país, permite contar con un importante flujo de radiación solar en la mayor parte del territorio nacional, por lo que la generación de energía eléctrica del recurso solar tiene un gran potencial de desarrollo, junto con otras alternativas como la eólica o la microhidráulica, tienen ventajas por ser recursos naturales renovables e infinitos —en la escala de evolución humana— y no contaminar.

4.3. Factores que inciden en la demanda y generación de energía eléctrica.

La ubicación geográfica y el relieve topográfico de nuestro país le permite contar con una variabilidad climática importante, y por ello se considera necesario hacer una revisión de la misma, a fin de vincular el aspecto climático y poblacional, principalmente en el aspecto urbano, y relacionar éstos con el del consumo de energía eléctrica, en la consideración de que son las dos variables que más influencia tienen en la demanda de energía eléctrica, y que han presionado a presentar tasas de crecimiento en la generación de la energía superiores a la del crecimiento poblacional.

4.3.1. El clima en México.

Existen en nuestro país unas 1900 estaciones meteorológicas operadas por el Servicio Meteorológico Mexicano, la Comisión Nacional del Agua y la Comisión Federal de electricidad ^{García}. y aunque su distribución no es la más adecuada ni eficiente, le permitió a la Mtra. Enriqueta García de Miranda evaluar las condiciones climatológicas de México y con ello hacer las modificaciones al sistema de Kôpen, que aplica a las grandes áreas climáticas a nivel mundial, por latitud, por lo que sí explica la variabilidad del clima de nuestro país en términos generales, como los climas cálidos secos y cálido húmedos, pero no explica la variabilidad climática por altitud, situación que en nuestro país es relevante, al crear condiciones climatológicas especiales.

Las características de los climas Am y Aw, cálido húmedos, y los BS, BW , cálido secos, y Cs, Templado, si coinciden con la clasificación de Kôpen, pero climas en México como los Cw, Cf y el E, templados y boreales, y que se encuentran en las montañas de la parte central y sur de México no corresponden a la clasificación de Kôpen, por ubicarse nuestro país en la zona tropical.

En el presente trabajo se realizó una revisión a la investigación de la Mtra. García en cada uno de los estados de la República, a fin de cuantificar la variabilidad climática reportada de 1828 estaciones, revisión que se resume en la Tabla 14, y en la cual es posible observar que hay estados que cuentan con un clima homogéneo como por ejemplo los estados de Aguascalientes y de Tlaxcala; el primero con 15 registros para clima BS, que es el más húmedo de los semisecos, y en el segundo con 23 registros para clima Cb, clima templado con verano fresco largo; pero, a diferencia de estos estados con clima “homogéneo” hay estados cuya variabilidad climática, llega a cubrir distintas posibilidades climáticas, por ejemplo el estado de México, el cual de acuerdo al registro de 100 estaciones meteorológicas, su territorio presenta una distribución de un 9% vinculado al clima cálido húmedo, 7% al clima cálido seco, 83% al clima templado y 1% al boreal; el caso del estado de Michoacán, que de acuerdo al registro de 115 estaciones meteorológicas presenta un 45% vinculado al clima cálido húmedo, un 13% al cálido seco y un 42% al templado; el de Oaxaca con un 55 % relacionado con el clima cálido húmedo, un 24% al cálido seco y un 20% al templado; o Puebla, con un 25% vinculado al cálido húmedo, un 28% al cálido seco y un 47% al templado.

El objetivo de esta revisión es el resaltar la gran variabilidad que existe en cada uno de los Estados de la República, y el peligro que implica el considerar que la clasificación de Köpen pudiese darnos una imagen del clima de nuestro país, ya que se requiere de información más puntual como la de la Mtra. García, y más cuando existe la necesidad de tener que hacer alguna extrapolación en investigación o en propuestas que vinculan aspectos ambientales relacionados con aspectos energéticos, en los que la relación temperatura y precipitación y/o humedad relativa son por su variación, vinculada al clima, un motivo de influencia importante.

Estados:	Núm. de Estaciones	Variabilidad climática (Núm. y %) registrada por cada estado, en las 1828 estaciones meteorológicas.							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Aguascalientes	15	BS=15=100%							
Baja California N	50	BW=30=60%	BS=17=34%	C=3=6%					
Baja California S	59	BW=51=86%	BS=7=12%	C=1=2%					
Campeche	24	AW=17=71%	Ax=3=13%	Am=1=4%	BW=2=8%	BS=1=4%			
Coahuila	36	BS=22=61%	BW=13=36%	Cb=1=3%					
Colima	21	Aw=15=71%	BS=5=24%	BW=1=5%					
Chiapas	80	Aw=35=44%	Am=19=24%	A=13=16%	Af=8=10%	CB=4=5%	BS=1=1%		
Chihuahua	76	BS=34=45%	BW=25=32,89%	Cb=12=16%	A=3=4%	Ca=2=2,63%			
Distrito Federal	37	Cb=29=78%	BS=8=22%						
Durango	42	BS=21=50%	BW=8=19%	Cb=9=21%	A=2=5%	Aw=2=5%			
Guanajuato	70	BS=35=50%	A=24=34%	Ca=1=1%	Cb=10=14%				
Guerrero	72	Aw=48=67%	A=13=18%	BS=10=14%	Cb=1=1%				
Hidalgo	52	BS=36=69%	Cb=14=27%	Af=1=2%	A=1=2%				
Jalisco	119	A=62=52%	Aw=23=19%	BS=21=18%	Cb=13=11%				
México	100	Cb=83=83%	A=6=6%	Aw=2=3%	BS=7=7%	E=1=1%			
Michoacán	115	A=34=29%	Aw=18=16%	Cb=48=42%	BS=15=13%				
Morelos	32	Aw=16=50%	A=11=34%	Cb=5=16%					
Nayarit	25	Aw=23=92%	A=1=4%	BS=1=4%					
Nuevo León	39	BS=24=62%	BW=4=10%	A=8=20%	Cb=3=8%				
Oaxaca	122	A=22=18%	Aw=20=16%	Am=17=14%	Af=9=7%	BS=27=22%	BW=2=1%	Cb=25=20%	
Puebla	79	Cb=37=47%	BS=20=25%	BW=2=3%	A=11=14%	Aw=8=10%	Am=1=1%		
Querétaro	19	BS=14=74%	Cb=3=16%	Aw=2=10%					
Quintana Roo	16	Ax=14=88%	Am=1=6%	Aw=1=6%					
San Luis Potosí	80	BS=42=53%	BW=2=2%	A=18=22%	Aw=11=14%	Am=3=4%	Ax=2=2%	Af=1=1%	Cb=1=1%
Sinaloa	45	BS=25=56%	BW=3=7%	Aw=13=29%	A=2=4%	Cb=2=4%			
Sonora	72	BS=39=54%	BW=30=42%	A=2=3%	Ca=1=1%				
Tabasco	26	Am=16=62%	Af=8=31%	Ax=2=7%					
Tamaulipas	64	A=24=37%	Aw=11=17%	BS=28=44%	Cb=1=2%				
Tlaxcala	23	Cb=23=100%							
Veracruz	150	Aw=74=49%	Am=32=21%	A=19=13%	Ax=7=5%	Af=5=3%	BS=2=1%	Cb=11=7%	
Yucatán	31	Ax=19=61%	Aw=6=19%	BS=6=19%					
Zacatecas	37	BS=29=78%	BW=1=3%	A=5=14%	Cb=2=5%				
Total de Estaciones	1828								

Tabla 4.7.- Variabilidad climática en cada uno de los 31 Estados de la República Mexicana. Elaboración propia.

Fuente: García, E. Modificaciones al sistema de clasificación de Köpen, México, 1988.

Con base en la revisión realizada y sintetizada en la Tabla 4.7, se estableció la variabilidad climática para cada uno de los 31 estados de la República, a fin de tener una idea de la homogeneidad o heterogeneidad que cada uno de ellos y en la Tabla 4.8, en la cual se muestra la variabilidad climática y la predominancia, sin que por ello se considere que con ella se cubre a toda el área; y en el caso de los estados en los que por no tener una variabilidad climática homogénea, cuentan con distintos climas y en un proporción importante de cada uno de ellos, se establece la relación entre ellos para determinar cuál es el que predomina, por ejemplo, en el caso del Estado de San Luis Potosí, de la información de 80 estaciones meteorológicas el 44% se relaciona con clima de tipo cálido húmedo, A, y el 55% con clima cálido seco, B, por lo que en la predominancia climática, se considera que B predomina sobre A, y que ambos influyen en forma

importante; en Tamaulipas, de 64 estaciones el 54% está relacionado con un clima cálido húmedo, A, y el 44% con clima cálido seco, B, por lo que en este caso la predominancia climática se considera de B y en el caso de Puebla, de 79 estaciones el 25% está vinculado al clima A, cálido húmedo, el 28% al clima B, cálido seco, y el 47% con C, templado, por lo que la predominancia en el estado es en C sobre B y A.

Núm. Estaciones	Estados:	Distribución climática (%)				Predominancia Climática
		A	B	C	E	
15	Aguascalientes		100			B
50	Baja California N		94	6		B
59	Baja California S		98	2		B
24	Campeche	88	12			A
36	Coahuila		97	3		B
21	Colima	71	29			A
80	Chiapas	94	1	5		A
76	Chihuahua	4	78	19		B
37	Distrito Federal		22	78		C
42	Durango	10	69	21		B
70	Guanajuato	34	50	15		B
72	Guerrero	85	14	1		A
52	Hidalgo	4	69	27		B
119	Jalisco	71	18	11		A
100	México	9	7	83	1	C
115	Michoacán	45	13	42		A-C
32	Morelos	84		16		A
25	Nayarit	96	4			A
39	Nuevo León	20	72	8		B
122	Oaxaca	55	24	20		A-B-C
79	Puebla	25	28	47		C-B-A
19	Querétaro	10	74	16		B
16	Quintana Roo	100				A
80	San Luis Potosí	44	55	1		B-A
45	Sinaloa	33	63	4		B
72	Sonora	3	96	1		B
26	Tabasco	100				A
64	Tamaulipas	54	44	2		A-B
23	Tlaxcala			100		C
150	Veracruz	92	1	7		A
31	Yucatán	81	19			A
37	Zacatecas	14	81	5		B

Tabla 4.8.- Predominancia climática en cada Estado de la República Mexicana.
Elaboración propia.

Fuente: García, E. Modificaciones al sistema de clasificación de Köpen, México, 1988.

4.3.2. La población urbana en México.

La población en México ha tenido un rápido crecimiento: en 30 años duplicó su número al pasar de 48,225,238 habitantes en 1970 a 97,361,711 habitantes en el año 2000; y en sólo 100 años sextuplicó su número, al ser en 1900 13,6078,259 habitantes en todo el país.

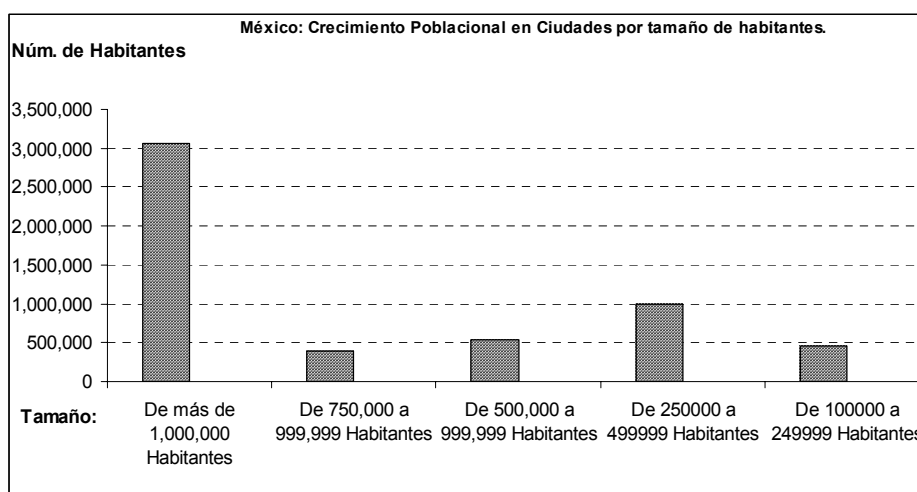
Si la tasa de crecimiento nacional de la población en México ha sido alta (Tabla 16), y por ello duplicarse la

población en sólo 30 años; la tasa de crecimiento urbana ha crecido a una mayor velocidad que la nacional, y en consecuencia la tasa de crecimiento rural es menor que la nacional (Tabla 4.9).

Tasa Media Anual de Crecimiento	1921-1930	1930-1940	1940-1950	1950-1960	1960-1970	1970-1990	1990-1995	1995-2000
Nacional	1.70	1.75	2.65	3.03	3.35	2.59	2.03	1.54
Rural	1.30	1.50	1.45	1.51	1.51	0.78	0.64	0.48
Urbano	2.55	2.23	4.54	4.77	4.87	3.56	2.56	1.91

Tabla 4.9.- Tasa de crecimiento de la población en México: nacional, rural y urbano de 1921 al 2000.
Fuente: Gtez. De MacGregor, 2004

Por esta distribución espacial no homogénea de la población, ésta se ha concentrado en las ciudades, ejerciendo una gran presión del sistema “humano urbano” hacia los “sistemas naturales” y energéticos: En el período de 1995 (censo interpoblacional) al 2000 la población nacional urbana se incrementó en 5,430,577 habitantes con la siguiente distribución: el 56.25 % en ciudades con más de 1,000,000 de habitantes; el 7.24% en ciudades de 750,000 a 999,999 habitantes; el 9.76% en ciudades de 500,000 a 999 habitantes; el 18.34% en ciudades de 250,000 a 499,999 habitantes y el 8.42% en ciudades de 100,000 a 249,999 habitantes (Gráfica 4.8)



Gráfica 4.8.- Crecimiento poblacional urbano en México: 1995 al 2000.

Elaboración propia.

Fuente: INEGI. Estadísticas del medio ambiente, 1995, México, 1997
INEGI. XII Censo General de Población y Vivienda 2000. México.

Del incremento de 5,430,577 habitantes en el período de 1995 al 2000, 3,054,797 se incorporaron en ciudades con más de 1,000,000 de habitantes (Tabla 4.10), lo que representó un 11% de crecimiento promedio en ciudades de este rango, y destaca que el 36% del total se incorporó a la ZM de la Ciudad de México, con lo que ésta se aumentó en un 7% con respecto a su población de 1995. Asimismo, se observa un fuerte crecimiento poblacional de un 50% en la ZM de Puebla-Tlaxcala con respecto a 1995; y las que presentan también un aumento significativo son Tijuana, BCN, Ciudad Juárez, Chih. Y la ZM de Toluca, con un incremento de 22, 20 y 16% respectivamente.

Ciudades grandes:			Crecimiento	Crecimiento %
	1995	2000	1995-2000	1995-2000
De 1,000,000 y más de Habitantes	28,977,444	32,032,241	3,054,797	11
<u>ZM de la Ciudad de México</u>	16,674,160	17,786,983	1,112,823	7
ZM Guadalajara, Jal.	3,461,819	3,669,021	207,202	6
ZM Monterrey, N.L.	3,022,268	3,273,332	251,064	8
ZM Puebla-Tlaxcala.	1,561,558	2,343,073	781,515	50
ZM de León, Gto.	1,174,180	1,278,320	104,140	9
ZM de Toluca, Méx.	1,080,081	1,251,462	171,381	16
Ciudad Juárez, Chih.	1,011,786	1,217,818	206,032	20
Tijuana, B.C.	991,592	1,212,232	220,640	22

Tabla 4.10.- Crecimiento poblacional en Ciudades de México con más de un millón de habitantes.

Elaboración propia.

Fuent: INEGI. Estadísticas del medio ambiente, 1995, México, 1997
INEGI. XII Censo General de Población y Vivienda 2000. México.

Del incremento de 5,430,577 habitantes en el período de 1995 al 2000, 392,964 se encuentran en ciudades intermedias de 750,000 a 999,999 habitantes, lo que representa un crecimiento de 5 a 16% y destaca el aumento en la ZM de Querétaro, Mexicali, San Luis Potosí y Mérida, con 16, 10, 9 y 9 % respectivamente (Tabla 4.11).

Ciudades intermedias:			Crecimiento	Crecimiento %
	1995	2000	1995-2000	1995-2000
De 750,000 a 999,999 Habitantes	4,526,960	4,919,924	392,964	9
ZM Torreón-Gómez Palacio, Coah., Dgo.	870,651	914,171	43,520	5
ZM San Luis Potosí, S.L.P.	781,964	849,309	67,345	9
ZM Mérida Yuc.	779,648	847,860	68,212	9
ZM Queretaro, Qo..	679,757	785,648	105,891	16
<u>Mexicali, B.C.</u>	696,034	764,902	68,868	10
ZM Tampico, Tamps.	718,906	758,034	39,128	5

Tabla 4.11.- Crecimiento poblacional en Ciudades de México con 750,000 a 999,999 habitantes.

Elaboración propia.

Fuent: INEGI. Estadísticas del medio ambiente, 1995, México, 1997
INEGI. XII Censo General de Población y Vivienda 2000. México.

En el período de 1995-2000, 529,798 nuevos habitantes, se incorporaron en las ciudades intermedias que cuentan con un rango de habitantes de 500,000 a 749,999, representando un aumento promedio de un 7% en estas ciudades y destacando lo que corresponde al 12 y 11% de aumento en Villahermosa y la ZM de Aguascalientes, así como una disminución de un 2% en el año 2000 con respecto a 1995 en la ZM de Coahuila de Zaragoza (Tabla 4.12).

Ciudades intermedias:

			Crecimiento	Crecimiento %
	1995	2000	1995-2000	1995-2000
De 500,000 a 749,999 Habitantes	7900917	8430715	529798	7
Culiacán, Sin.	696262	744859	48597	7
<u>Acapulco de Juárez, Gro.</u>	687292	721011	33719	5
ZM Aguascalientes, Ags.	637303	707270	69967	11
ZM Cuernavaca, Mor.	672307	704207	31900	5
Chihuahua, chih	627662	670208	42546	7
ZM Saltillo, coah.	583326	636556	56230	9
Ahome, Sin.	604679	635864	31185	5
Morelia, Mich.	578061	619958	41897	7
Hermosillo, Son.	559154	608697	49543	9
ZM Orizaba, Ver.	567185	605369	38184	7
ZM Villa Hermosa, Tab.	533598	599991	66393	12
ZM Veracruz, Ver.	560200	592840	32640	6
ZM Coahuila de Zaragoza, Ver.	593888	583885	-10003	-2

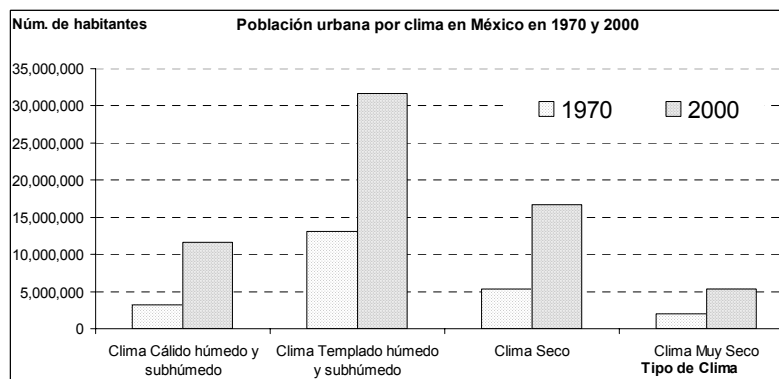
Tabla 4.12.- Crecimiento poblacional en Ciudades de México con 500,000 a 749,999 habitantes.

Elaboración propia.

Fuente: INEGI. Estadísticas del medio ambiente, 1995, México, 1997
INEGI. XII Censo General de Población y Vivienda 2000. México.

Por último, 1,453,018 habitantes se incorporaron en el período de 1995 al 2000 en ciudades con menos de 500,000 habitantes, representando un aumento promedio del 26.76% del total del incremento y destacando en ciudades de este rango las de Poza Rica, Ver, con un crecimiento de 62%; La Paz, BCS con 45%; Cd. Acuña con 35%; Cancún, Q.R. con 35%; Reynosa, Tamps. con 25%; Cautla, Mor., con 25%; la ZM de Oaxaca de Juárez, con 19% y Matamoros y Pachuca, ambas con 15%, por lo que se observa que la mayor presión en el crecimiento la presentaron las ciudades pequeñas.

Con respecto a la ubicación de la población por clima, en el año 2000, el 48% se encontraba en ciudades con clima templado, el 18% en ciudades con clima cálido húmedo o subhúmedo, el 26% en ciudades con clima cálido seco y el 8% en ciudades con clima cálido muy seco (Gráfica 4.9) .



Gráfica 4.9- Población urbana por clima en México en los años de 1970 y 2000.

Elaboración propia.

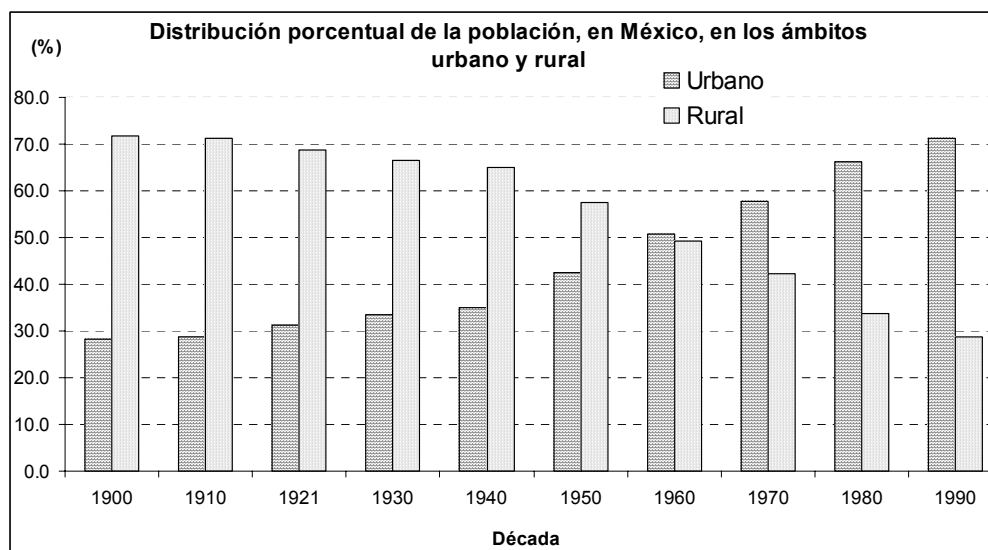
Fuente: Gutiérrez, T. México, 2004

El crecimiento porcentual de la población, por clima, en el período de 1970 al 2000 fue de 257% de incremento en la población que habita en ciudades con clima húmedo o subhúmedo, al pasar de 3,243,055 habitantes en 1970 a 11,570,326 en el 2000; de 141% de incremento en la población que habita en

ciudades con clima templado, al pasar de 13,117,740 habitantes a 31,623,689; de 210% de incremento en la población que habita en ciudades con clima seco, al pasar de 5,400,740 habitantes a 16,719,913 y de un incremento de 169 % en la población que habita ciudades con clima muy seco, al pasar de 2,009,050 habitantes a 5,397,061 ^{Gtez., T.};

4.4. Consumo de energía eléctrica.

La distribución de la población, en el territorio nacional, a lo largo del siglo XX no ha sido homogénea: en 1900 el 75% de la población ocupaba el ambiente rural y el 25% el urbano, y en el 2000 la proporción es inversa; el 75% ocupa el ambiente urbano y el 25% el rural (Gráfica 10); iniciando el predominio del urbano sobre el rural a partir de 1960.



Gráfica 4.10.- Distribución porcentual de la población en México en el siglo XX: en los ámbitos rural y urbano.

Elaboración propia.

Fuente: INEGI, Cien años de censos de población, 1996
XII Censo Nacional de Población, 2000

La tasa de crecimiento rural ha crecido, pero la velocidad a la que lo ha hecho la urbana es mayor. En la Tabla 4.13 se presenta la tasa de crecimiento nacional, por décadas, a partir de 1921 y hasta el 2000, y en su comparación con las tasas rural, esta es menor que la nacional, con una tendencia además a disminuir a partir de la década de 1970-1980; a diferencia de la tasa de crecimiento urbana, la cual es siempre mayor que la nacional, y con una fuerte tendencia ascendente en las décadas de 1940 a 1980.

Tasa Media Anual de Crecimiento	1921-1930	1930-1940	1940-1950	1950-1960	1960-1970	1970-1990	1990-1995	1995-2000
Nacional	1.70	1.75	2.65	3.03	3.35	2.59	2.03	1.54
Rural	1.30	1.50	1.45	1.51	1.51	0.78	0.64	0.48
Urbano	2.55	2.23	4.54	4.77	4.87	3.56	2.56	1.91

Tabla 4.13.- Tasa de crecimiento de la población en México: nacional, rural y urbano de 1921 al 2000.

Fuente: Gtez. de MacGregor, 2004

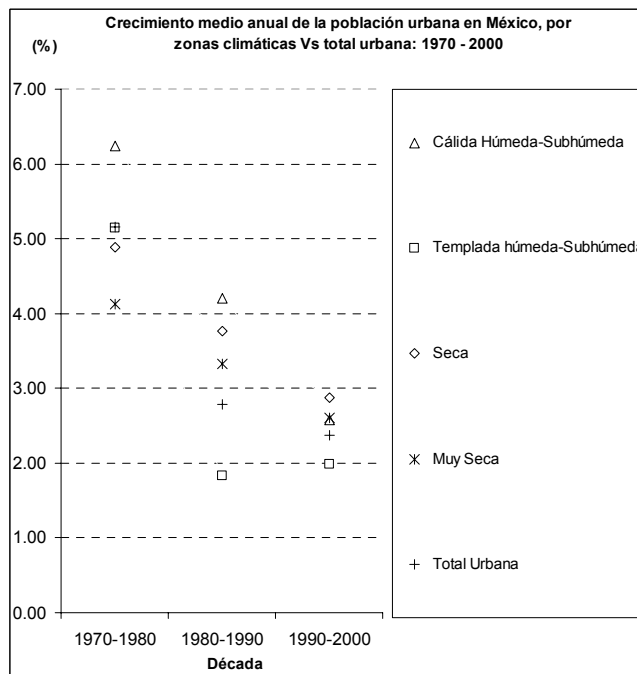
La concentración de la población en las ciudades genera una gran demanda de recursos naturales, como

agua y alimentos, y de energía, como la eléctrica.

4.4.1. Influencia del crecimiento urbano y el clima en el consumo de energía eléctrica.

El crecimiento poblacional ejerce una presión sobre los recursos, bióticos (alimentos) y abióticos (agua entre otros) y la energía para satisfacer sus necesidades; y el clima ejerce una presión sobre la población y puede incrementar la demanda tanto de los recursos como de la energía, por la posibilidad de existir un diferencial mayor para su satisfacción.

En México el crecimiento de la población en el ámbito urbano es superior a la tasa de crecimiento de la población a nivel nacional y rural; sin embargo, en el propio crecimiento del ámbito urbano se presentan diferencias en función de la variable climatológica (Gráfica 4.11)



Gráfica 4.11.- Crecimiento medio anual de la población urbana en México, por zona climática Vs. la total urbana: 1970 – 2000
Elaboración propia.

Fuente: Gtez. de Mac Gregor, M.T. Dinámica y distribución espacial de la población urbana en México, UNAM, 2004

En la gráfica 11, es posible observar el crecimiento total urbano promedio, en México, en el período de 1970 al 2000, el cual presenta una tendencia a la disminución, producto de un decremento en la tasa de natalidad nacional, al pasar de 5.16% en la década de 1970-1980 a 2.78% en la de 1980-1990 y a 2.37% en la de 1990-2000; y si consideramos a cada una de estas tasas promedio como referencia de comparación en cada década y con ella comparar el crecimiento vinculado al clima, es posible observar que en la década de 1970-1980, el crecimiento urbano en las zonas con clima cálido húmedo fue el único que superó a la referencia en esa década; pero que a partir de la década 1980-1990, se presenta un mayor crecimiento que la referencia a las zonas urbanas con clima cálido seco y cálido muy seco; situación que persiste en la

década de 1990-2000. Una tasa de crecimiento poblacional urbana en las zonas con clima cálido, que sea superior a la tasa de crecimiento total urbana, ejerce una presión importante en el requerimiento de energía eléctrica para cubrir necesidades humanas relacionadas con aspectos como la climatización del interior de los espacios y la conservación de los alimentos.

La tasa de crecimiento de la población urbana por clima, en la década de 1990 al 2000 es de 1.99 % para el clima templado; 2.58% para el clima cálido húmedo, 2.88% para el clima seco y 2.61% para el clima muy seco, lo que nos muestra que las tasas mayores de crecimiento se están presentando en el clima en el cual el elemento agua está disminuyendo y los requerimientos energéticos, específicamente el de electricidad, están aumentando.

En México las ventas de energía eléctrica, por estado, en el año 2000, se presentan en la Tabla 10, aunado a la predominancia climática por estado y el número de usuarios de energía eléctrica, con lo que se determina el consumo por usuario, también presente en la Tabla 4.14.

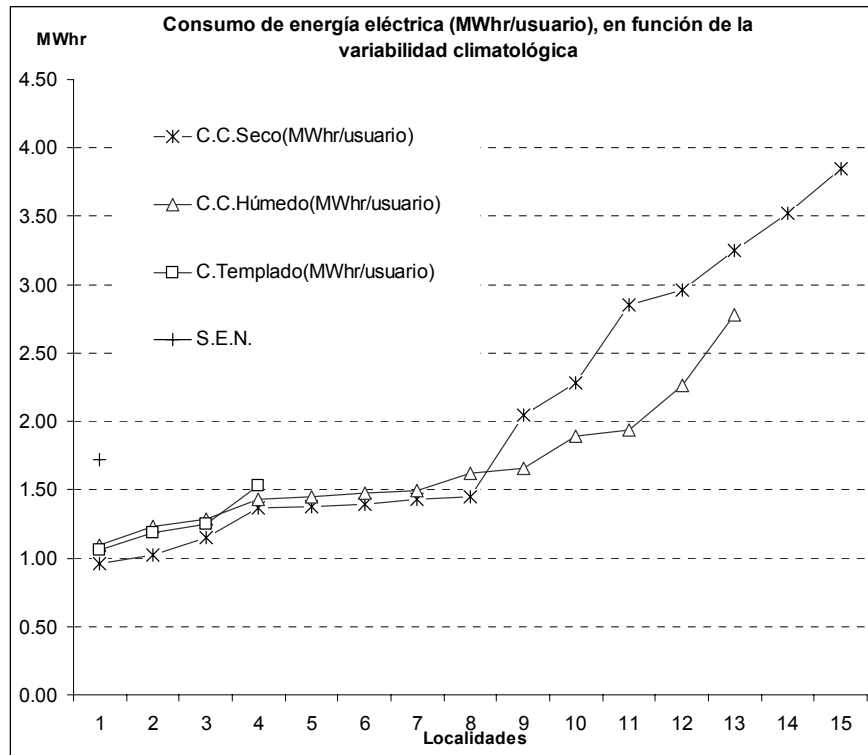
Estado	Clima	Ventas MWhr	Usuarios	MWhr/Usuario
1.-AGUASCALIENTES	BS	315,283	217,743	1.45
2.-BAJA CALIFORNIA	BW	2,295,970	652,289	3.52
3.-BAJA CALIFORNIA SUR	BW	354,773	109,242	3.25
4.-CAMPECHE	AW	271,104	143,007	1.90
5.-COAHUILA	BW	1,300,607	569,458	2.28
6.-COLIMA	AW	237,043	142,857	1.66
7.-CHIAPAS	AW	772,592	703,089	1.10
8.-CHIHUAHUA	BS	1,524,654	745,479	2.05
9.-DISTRITO FEDERAL	CB	3,252,684	2,123,276	1.53
10.-DURANGO	BS	428,230	312,798	1.37
11.-GUANAJUATO	BS	1,398,557	977,573	1.43
12.-GUERRERO	AW-BS	717,451	558,377	1.28
13.-HIDALGO	BS	462,605	450,548	1.03
14.-JALISCO	AW-BS-CB	2,195,015	1,471,009	1.49
15.-ESTADO DE MEXICO	CB	2,893,494	2,315,751	1.25
16.-MICHOACAN	AW-CB-BS	1,150,492	932,123	1.23
17.-MORELOS	AW	522,727	364,655	1.43
18.-NAYARIT	AW	354,530	240,339	1.48
19.-NUEVO LEON	BS-BW	2,554,855	895,764	2.85
20.-OAXACA	BS-CB-AW	662,897	692,620	0.96
21.-PUEBLA	CB-BS-AW	1,100,222	926,832	1.19
22.-QUERETARO	BS-BW-AW	397,772	285,621	1.39
23.-QUINTANA ROO	AX-BS-AW	449,326	198,244	2.27
24.-SAN LUIS POTOSI	BS AW	649,721	471,651	1.38
25.-SINALOA	BS-Cb-Aw	1,729,794	584,370	2.96
26.-SONORA	BS-BW	2,173,741	564,342	3.85
27.-TABASCO	Ax	715,483	370,029	1.93
28.-TAMAULIPAS	Aw-BS	1,988,790	715,582	2.78
29.-TLAXCALA	CB	207,184	194,762	1.06
30.-VERACRUZ	AW	2,026,225	1,402,388	1.44
31.-YUCATAN	AW	661,240	407,076	1.62
32.-ZACATECAS	BS	363,280	316,450	1.15
SECTOR ELECTRICO NACIONAL		36,128,341	21,055,344	1.72

Tabla 4.14- Consumo de energía eléctrica en México, por estado, y consumo por usuario.
Elaboración propia.

Fuente: Información Estadística de la C.F.E., 2001
García, E. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen

Con el consumo de energía eléctrica por usuario se construye la gráfica 4.12, en la cual es posible observar que el rango mayor en el consumo de energía eléctrica se presenta en los estados con clima cálido seco y muy seco, que son en los que se está observando también el mayor crecimiento poblacional, lo cual es

preocupante por la presión que significa sobre la demanda en la generación de energía eléctrica y en consecuencia en las emisiones de gases efecto invernadero.



Gráfica 4.12.- Consumo de energía eléctrica (MWhr/usuario) en función de la variabilidad climatológica.

Elaboración propia.

Fuente: Información Estadística de la C.F.E., 2001
García, E. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen

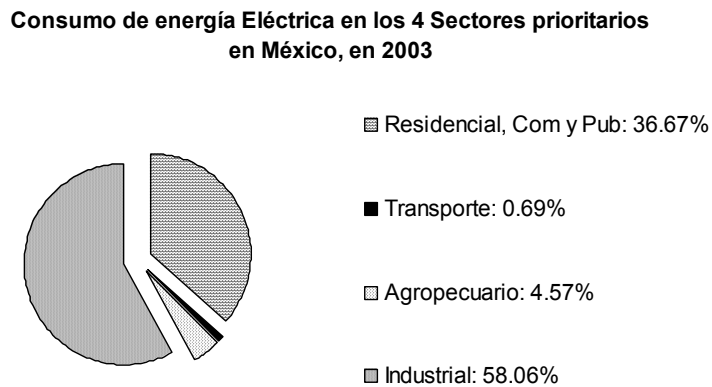
En la gráfica 12 es posible observar que la diferencia con respecto al rango de consumo en clima templado es de hasta un 63% con respecto a los cálidos húmedos y de hasta un 126% en el caso de los usuarios ubicados en lugares con clima cálido seco y cálido muy secos, diferencias que es probable que se incrementen, al elevarse la temperatura ambiental, situación que se espera suceda con el calentamiento global, ya que una de sus características es el que el mayor impacto es a mayor plazo, y se considera que la diferencia será mayor para los usuarios que se encuentran en zonas con una baja humedad relativa, en los climas cálido seco y cálido muy seco, ya que por el mismo incremento en la temperatura la humedad relativa disminuirá más, reforzando el incremento en el calor, a diferencia de lo que se espera podría ocurrir en lugares con una alta humedad relativa, debido a que la misma humedad amortigua el incremento de temperatura.

Resumiendo, en relación a la variabilidad climática en nuestro país, al crecimiento poblacional nacional, y principalmente al urbano y a la demanda de energía eléctrica, en el lapso de 1970 – 2000, la población nacional duplicó su número, y en este mismo período la población urbana presentó una tasa de crecimiento

mayor que la nacional, independientemente del tipo de clima; además es preocupante que el mayor crecimiento poblacional se esté observando en ciudades con clima cálido seco a muy seco, ya que es en las ciudades donde la disponibilidad del recurso agua es y será más crítica y en las que por la alta temperatura y la baja humedad relativa existe una mayor demanda de energía eléctrica para enfriamiento al interior de las edificaciones y para conservación de alimentos, entre otros requerimientos, situación que se verá agravada al incrementarse más la temperatura ambiental, de acuerdo a lo esperado por el calentamiento global.

4.4.2. Sectores consumidores de energía eléctrica.

En relación a los sectores que utilizan la energía eléctrica, en México, se consideran a 4, y por el volumen en el que la utilizaron en el 2003 son: en primer lugar, el sector industrial, con un consumo de 335.2 petajoules, PJ; en segundo lugar, el sector Residencial, Comercial y Público, que en su conjunto consumió 211.7 PJ; en tercer lugar el agropecuario, con un consumo de 26.4 PJ y en último lugar el del transporte con un consumo de 4 PJ y en la gráfica 4.13 es posible observar la participación porcentual de este consumo.

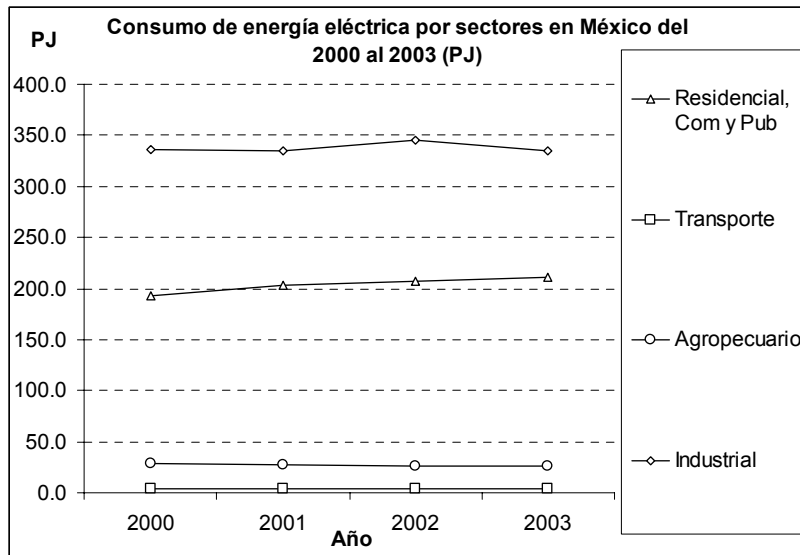


Gráfica 4.13.- Consumo de Energía Eléctrica en los 4 sectores prioritarios: 2003

Elaboración propia

Fuente: Balance Nacional de Energía 2003, SENER, México

El comportamiento en el consumo de energía de los 4 sectores mencionados, en el período de 2000 al 2003 lo podemos observar en la Gráfica 4.14, en la cual la relación de consumo, del 2003, entre los 4 sectores se mantiene; y en cuanto al comportamiento por sector, se observa en esta gráfica un incremento en el consumo de energía en el sector industrial del año 2001 al 2002, con una disminución de este año al 2003 y en este aspecto cabe hacer notar que posiblemente el decremento en el consumo de energía eléctrica del sector industrial se deba a la autogeneración de energía eléctrica que se está dando en el sector con una tasa de crecimiento considerable y analizada con anterioridad; en el caso del sector residencial, comercial y público presenta un incremento constante, que en el período de 3 años equivale a un 10%; y con respecto a los otros dos sectores, el del transporte y el agropecuario, no hay variación significativa.



Gráfica 4.14.- Consumo de Energía Eléctrica en los 4 sectores: Industrial, Res. Com. y Público; Agropecuario y Transporte.

Elaboración propia.

Fuente: Balance Nacional de Energía, 2003.

4.4.3. Tarifas eléctricas.

Las características climatológicas imponen diferencias en la demanda y en el costo de la energía que se consume y uno de los parámetros que lo determinan es la temperatura promedio en la estación de verano., por ser esta en la que se incrementa la demanda. A continuación se proporciona una breve descripción que tiene como fuente el Diario Oficial de la Federación del 7 de febrero del 2002.

Existe un incremento a las tarifas eléctricas residenciales en México, establecido en el artículo primero del acuerdo del 7 de febrero del 2002, autorizando a la Comisión Federal de electricidad (CFE) y a la Cía. De Luz y Fuerza del Centro (LFC) a realizar ajustes, modificación y reestructuración a las tarifas para suministro y venta de energía eléctrica.^{CFE}

La reestructuración consiste en la creación de una Tarifa Doméstica de Alto Consumo (DAC), la modificación implica el actualizar las tarifas residenciales a, 1ª, 1B, 1C, 1D y 1E y el ajuste evita su rezago.^{CFE}

La tarifa DAC se aplica a todos los servicios que destinen la energía para uso exclusivamente doméstico, en forma individual, suministrados en baja tensión y sin aplicárseles otra tarifa.^{CFE}

El consumo mensual promedio (CMP) se determina con el promedio del consumo durante los últimos 12 meses y el Límite de alto consumo (LAC) se define por cada localidad en función de la tarifa en la que se encuentre clasificada:

Tarifa	Aplicación	Límite de alto consumo (KW/hr al mes)
1	Servicio doméstico.	250
1A	Localidades con media mínima en el verano de 25°C	300
1B	Localidades con media mínima en verano de 28°C	400
1C	Localidades con media mínima en verano de 30°C	800
1D	Localidades con media mínima en verano de 31°C	1000
1E	Localidades con media mínima en verano de 32°C	2000
1F	Localidades con temperatura media mínima de 33°C	más de 2000

Cada una de las tarifas, así como los rangos de consumo en ellas tienen un costo diferencial, los cuales se presentan a continuación.

Consumo	Básica	Intermedia	Excedente
<u>Tarifa 1A</u>			
0<KW/h<150:	\$ m.n. 0.412 si 0<KW/h<100	\$ m.n. 0.485 si KW/h>100	
KW/h>150	\$ m.n.0.412 si 0<KW/h<100	\$ m.n.0.515 si 100<KW/h<150	<u>\$ m.n.1.643 si KW/h>150</u>
<u>Tarifa 1B</u>			
0<KW/h<225	\$ m.n. 0.412 si 0<KW/h<125	\$ m.n.0.485 si KW/h>125	
KW/h>225	\$ m.n.0.412 si 0<KW/h<125	\$ m.n.0.515 si 125<KW/h<200	<u>\$ m.n.1.634 si KW/h>200</u>
<u>Tarifa 1C</u>			
0<KW/h<300	\$ m.n.0.412 si 0<KW/h<150	\$ m.n.0.485 si KW/h>150	
KW/h>300	\$ m.n.0.412 si 0<KW/h<150	\$ m.n.0.515 si 0<KW/h<450	<u>\$ m.n.1.634 si KW/h>450</u>
<u>Tarifa 1D</u>			
0<KW/h<400	\$ m.n.0.412 si 0<KW/h<175	\$ m.n.0.485 si KW/h>175	
KW/h>400	\$ m.n.0.412 si 0<KW/h<175	\$ m.n.0.515 si 0<KW/h<600	<u>\$ m.n.1.634 si KW/h>600</u>
<u>Tarifa 1E</u>			
0<KW/h<750	\$ m.n.0.336 si 0<KW/h<300	\$ m.n.0.439 si KW/h>300	
KW/h>750	\$ m.n.0.336 si 0<KW/h<300	\$ m.n.0.466 si 300<KW/h<900	<u>\$ m.n.1.634 si KW/h>900</u>

En las tarifas destaca el importante incremento que se tiene cuando el consumo de energía eléctrica rebasa el límite establecido para la intermedia, con lo que el costo por KW/h se incrementa hasta en un 250%, lo cual presiona en forma económica al consumidor a un menor consumo para evitar un alto costo; pero el aspecto climático ejerce una presión sobre el consumidor en sentido inverso y más en los ámbitos cálido secos y muy secos.

HIPOTESIS:

Con base en el protocolo de investigación y la construcción del Marco Teórico, se establece la siguiente hipótesis **“Si se conoce la proporción de la ganancia de calor solar a través de diferentes tipos de vidrio, en la envolvente de las edificaciones, es posible cuantificar la demanda energética requerida para la compensación térmica, al interior del espacio arquitectónico, y establecer indicadores de eficiencia energética para nuestro país, basados en relaciones de gasto energético climático, que permitan a nivel de diseño de la envolvente mitigar, al evitar, las emisiones de gases invernadero e impactar en menor medida al cambio climático global”**, con el logro de un espacio arquitectónico habitable y energéticamente eficiente, contrastándose esta hipótesis a continuación.

CONTRASTACION:

5. Edificaciones con envolvente translúcida: Gasto de energía.

El gasto de energía, es la variable inducida por el hombre que ha originado cambios en la composición de la atmósfera, en forma de gases efecto invernadero, alterando el complejo sistema climático. Los modelos matemáticos han permitido comprender las causas de la variación climática, así como el realizar proyecciones o predicciones y plantear la planificación de políticas a seguir, a fin de determinar las más viables. La comprensión del cambio climático actual se ha determinado principalmente por el trabajo académico de científicos de todo el mundo, integrados en el Panel Intergubernamental de Cambio Climático, PICC, del Programa de Medio Ambiente de las Naciones Unidas, PNUMA.

El Cambio Climático Global es un calentamiento provocado por el incremento de gases efecto invernadero, que en la atmósfera atrapan la radiación infrarroja emitida por la tierra, por tener un forzamiento de tipo positivo y por ello incrementar el calor en el planeta ^{PICC}, información analizada en los capítulos 2 y 3.

Los modelos matemáticos nos han explicado cuáles son las causas del actual cambio climático, y además, que el calentamiento global continuará en aumento, al acumularse la emisión de gases efecto invernadero, e incrementarse su concentración en la atmósfera. Los gases de efecto invernadero son: el vapor de agua, el bióxido de carbono, el metano, el óxido nitroso y 3 halocarbonos, pero de estos, los más importantes son los primeros tres compuestos ^{PICC} y principalmente el bióxido de carbono, CO₂, por tener un forzamiento o impacto en el cambio climático

equivalente a un 60 %. El Bióxido de carbono CO₂ y el Metano están vinculados a las actividades humanas: el primero por la quema de combustibles de tipo fósil y el cambio del uso del suelo y el segundo por cultivos y descomposición de materia orgánica así como por quema de combustibles fósiles como el gas natural^{PICC}.

El Protocolo de Kioto establece la obligación de reducir la emisión de gases efecto invernadero en los países industrializados en un 5 % menor a la que emitían en el año de 1990, situación que deben de cumplir en el año 2010,. Para los países que están en vías de desarrollo la obligación es diferente que para los países industrializados, sin embargo, deben demostrar acciones con una clara tendencia a la reducción de los GEI, a través de sus inventarios de emisiones, calculados en forma estandarizada, propuesta por la Convención marco del cambio climático global y el PICC.

Las edificaciones, por el gasto de energía que utilizan, en todas sus etapas y en forma importante en su operación, han contribuido a las emisiones de gases efecto invernadero en forma muy importante a nivel mundial: el 22% del total emitido y el 32% del CO₂.

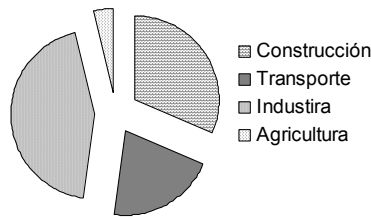
En este capítulo el enfoque en el gasto de energía es hacia las edificaciones, considerando en una primera parte lo que corresponde a las diferentes etapas, y que sirve de marco de referencia al gasto de energía en la operación, en el aspecto de climatización, específicamente por el uso de material vítreo en la envolvente de las edificaciones y el trabajo, delimitado, a nuestro país.

5.1. Impacto del sector de la construcción en el cambio climático global.

El impacto ambiental que las edificaciones tienen, por las emisiones que se liberan a la atmósfera, principalmente las de efecto invernadero, es generado por la energía que utilizan en todo el proceso y en forma continua, y que tiene como fuente principal la quema de combustibles de tipo fósil a nivel mundial.

De acuerdo a los resultados de las investigaciones del Panel Intergubernamental del Cambio Climático Global, las edificaciones, a nivel global por la energía que utilizan, generan el 21.57% del total de las emisiones de gases invernadero; y con respecto a las emisiones de CO₂, el principal gas invernadero, las edificaciones participan con el 31.49% del total de CO₂ liberado a la atmósfera^{PICC, 2001}, situación superada sólo por el sector industrial, al que le corresponde un 43.89%. Los otros 2 sectores que consumen energía son el de transporte y el de agricultura y su participación en el aporte de EGI es de 20.61% y 4.01% respectivamente (Gráfica 5.1).

Emisiones mundiales de CO₂, GEI, de sectores vinculados a actividades humanas.



Gráfica 5.1 Emisiones mundiales del gas invernadero CO₂ de los sectores Construcción, Transporte, Industria y Agricultura.

Elaboración propia

Fuente: Información del PICC, 2001.

Las edificaciones son demandantes de energía, principalmente en tres niveles Szokolay 1998:

- 1.- La energía involucrada en la fabricación de los materiales de construcción y sus componentes así como en el transporte de los mismos, y la requerida en el proceso mismo de la edificación,
- 2.- La energía de operación en la edificación en sí, utilizada para climatización como calentamiento, enfriamiento y ventilación, además de la requerida en iluminación y servicios al interior de la edificación, incluyendo la del mantenimiento.
- 3.- La energía de operación en la demolición de la edificación y/o en el reciclamiento de parte de sus componentes, cuando son demolidas o remodeladas.

En la Tabla 5.1, se presenta información sobre la energía requerida para la manufactura de material de construcción, Szokolay, 1998, y en la que podemos observar que el gasto energético es altamente variable.

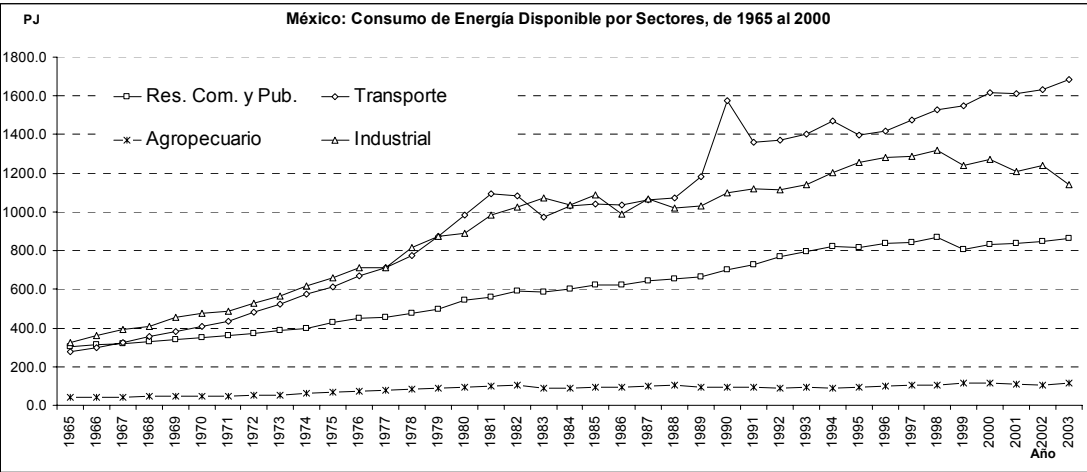
Energía requerida en la fabricación de materiales de construcción	
Material	Energía requerida
	KW/kg
Nivel bajo: <1	
Arena, gravilla	0.01
Concreto	0.2 - 0.5
Adobe pulido	0.4 - 0.5
Mortero de cemento	0.5
Madera aserrada	0.5 - 0.9
Concreto aligerado	0.5 - 0.9
Tejas de concreto	0.6 - 0.9
Nivel medio: 1 - 10	
Concreto curado con aireante	1 - 1.1
Tablero de yeso	1 - 1.3
Lámina de fibra de cemento	2.1
Cemento	2.2
Madera aglomerada	2.2
Vidrio	6
Nivel alto: >10	
Acero	10
Acero galvanizado	10.5
Zinc	15
Cobre	16
Barras de fibra de vidrio	49
Aluminio	46 - 56
PVC	90
Polietileno	90

Tabla 5.1: Materiales de construcción y la energía requerida en su extracción y/o manufactura. Elaboración propia.

Fuente: Szokolay, Sustainable development in the built environment, México, 1998

Los ejemplos en la Tabla 1 presentados por el Dr. Szokolay y fuentes diversas, nos muestran la variabilidad en la energía requerida y nos permite hacer la reflexión de que el tipo de material que en la edificación predomina en la actualidad, utiliza materiales como el vidrio, el acero, el aluminio y el pvc, , y estos están vinculados a requerimientos energéticos medios y altos en su producción, lo que implica quema directa de combustibles, de tipo fósil principalmente, o el uso de otro tipo de energía, como la eléctrica, que a su vez requiere de la quema de combustibles fósiles para su generación, por lo que en este caso el consumo de combustibles fósiles es en forma indirecta.

En México, el consumo total final de energía por los 4 sectores que la requieren, de acuerdo a los Balances Nacionales Históricos de Energía, se presenta en la Gráfica 5.2, y en la que es posible observar el comportamiento de consumo de cada uno de los sectores a lo largo de 38 años.



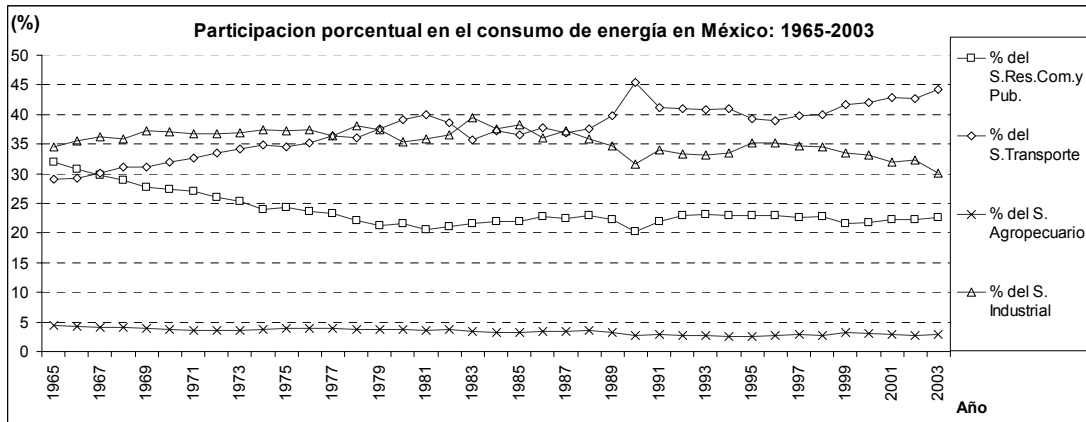
Gráfica 5.2.- Comportamiento histórico del consumo de energía en México, por los 4 sectores que la requieren: 1965 – 2003

Elaboración propia
Fuente: Balances históricos de Energía, México.

En la gráfica 5.2 es posible ver, que el sector del transporte y el sector industrial competían por el mayor consumo desde 1965 a 1987, y a partir de este año el sector del transporte es el que consume la mayor cantidad de energía (PJ) una tendencia muy ascendente, seguido por el sector industrial, el cual, está mostrando una tendencia a disminuir, a partir del año de 1998; el sector conformado por los subsectores residencial, comercial y público ocupa el tercer lugar en el consumo energético y su consumo es también ascendente, y el que menos consume energía es el sector agropecuario.

La participación (%) promedio por sector en el consumo de energía en el lapso de 1965 al 2003, es de 37.4% para el Transporte; 35.5 % para el industrial; 23.7% para el sector residencial, comercial y público y el 3.4% para el sector agropecuario, relación que ha variado en los sectores del transporte y el industrial, (Gráfica 5.3); el consumo del sector agropecuario se ha mantenido en este lapso por abajo del 4 %, y por último, el sector conformado por los subsectores residencial, comercial y público, ha disminuido su participación porcentual de 32% en 1965 a 23% en el 2003, lo cual no significa que

ha disminuido su consumo, sino que su participación disminuye por un mayor consumo y participación del transporte .



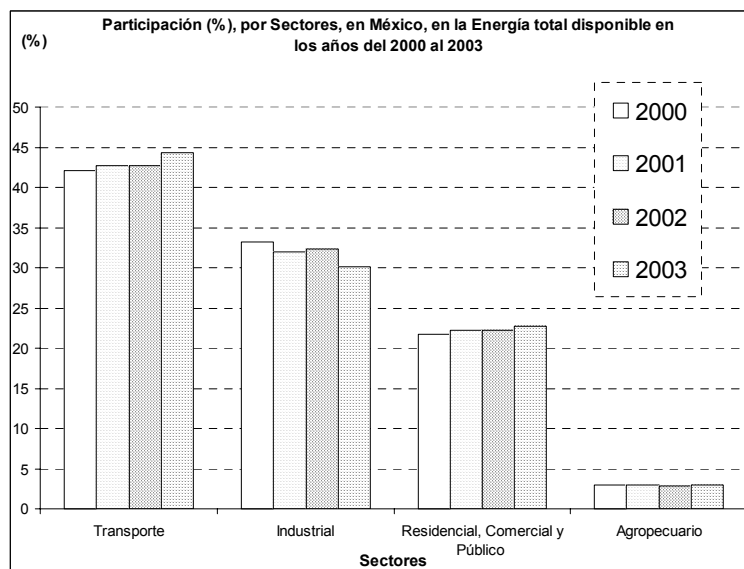
Gráfica 5.3.- Participación porcentual en el consumo energético en México: 1965 al 2003.

Elaboración propia.
Balances históricos de energía, México.

La proporción en el consumo de energía en México, y en consecuencia de la EGI, de los 4 sectores difiere del promedio a nivel mundial, en el que el sector industrial predomina, seguido por el residencial, comercial y público y en tercer lugar lo ocupa el consumo vehicular y el último es el agropecuario, lo que nos indica por un lado que nuestro país no es de tipo industrializado, por estar en vías de desarrollo, y que el consumo energético vehicular es muy alto. Sin embargo, en lo que respecta al consumo de los sectores residencial, comercial y público y al del sector agropecuario coincide con el promedio a nivel mundial.

Del total de energía consumida por un país, desarrollado o en vías de desarrollo, las edificaciones consumen un alto porcentaje, aún en países que tienen un clima benigno como Australia, en el que el consumo representa un 25%^{Szokolay, 1998} o en Japón, en el que en 1996 fue de un 26%^{Hisashi, 1996}, y la participación se incrementa en países con clima más riguroso como en Estados Unidos, que es de aproximadamente 40%^{Szokolay, 1998} (34.95% en 1990, 35.39% en 1995 y 36.71% en 1997^{Aitken, 1998} y USDOE, 1997 o en el Reino Unido, que es de 45%^{Szokolay}.

El gasto de energía vinculado con las edificaciones está implícito en todos los sectores, ya que en todos existen edificaciones, pero su relación es más estrecha con los sectores: industrial, por ser en éste en el que se fabrican los materiales y en él hay edificaciones; con el sector del transporte, que en México es el que más energía consume y con el sector residencial comercial y público, ya que en estos subsectores predominan las edificaciones, por lo que la energía, en diversas formas, se utiliza en todas las etapas mencionadas (Gráfica 5.4).



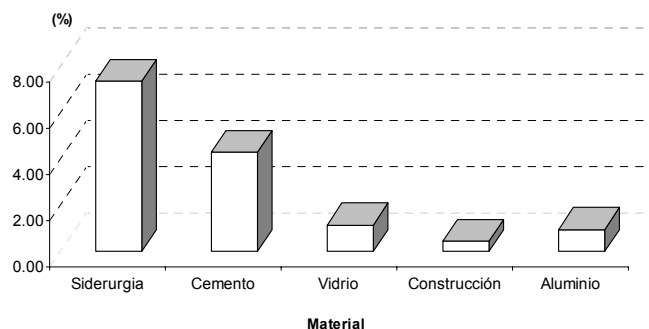
Gráfica 5.4.- Participación (%) por sector, en México, en el consumo total de energía, de 2000 al 2003

Elaboración propia
Fuente: Balance Nacional de Energía 2004.

En México, del total de energía disponible para el país, el consumo en la industria es importante, al ocupar el segundo lugar, después del vehicular, y en relación a la energía requerida en la fabricación de materiales de construcción, se tiene sólo información parcial, por ej. el año del 2003 (Gráfica 5.5), de la energía total consumida por este sector, el ramo siderúrgico consumió el 17.4% del total, la industria del vidrio el 2.6%; la del cemento el 9.7%; la del aluminio el 0.4% y el de la construcción el 0.7%, lo que representa un 30.8% de la energía total consumida por el sector industrial considerada en el Balance Nacional de Energía, pero se considera que su consumo real podría ser superior si se analizara la energía empleada en la fabricación de todos los materiales que se utilizan en las edificaciones, ya que los que se consideraron en el 30.8% mencionado son sólo una parte del total de insumos que las edificaciones requieren.

En relación al consumo de energía eléctrica en el 2003, requerida por las industrias en la fabricación de materiales de construcción, incluidos los de las edificaciones, su consumo fue (Gráfica 5.5): 24532 PJ en la industria siderúrgica, 14255 PJ en la del cemento, 3785 en la del vidrio, 1426 en la de la construcción, y 3148 en la del aluminio, el consumo de energía eléctrica en estas industrias representa el 14.06% del total consumida por el sector industrial, pero esta participación se considera es superior, ya que al igual que en el caso del consumo de energía total, en el Balance Nacional de Energía no se están contemplados a todos los materiales que se requieren en la edificación.

Energía eléctrica implícita en materiales de construcción vinculados con la edificación en



Gráfica 5.5.- Energía eléctrica utilizada en la industria, en México en 2003, vinculada con la fabricación de materiales de construcción.

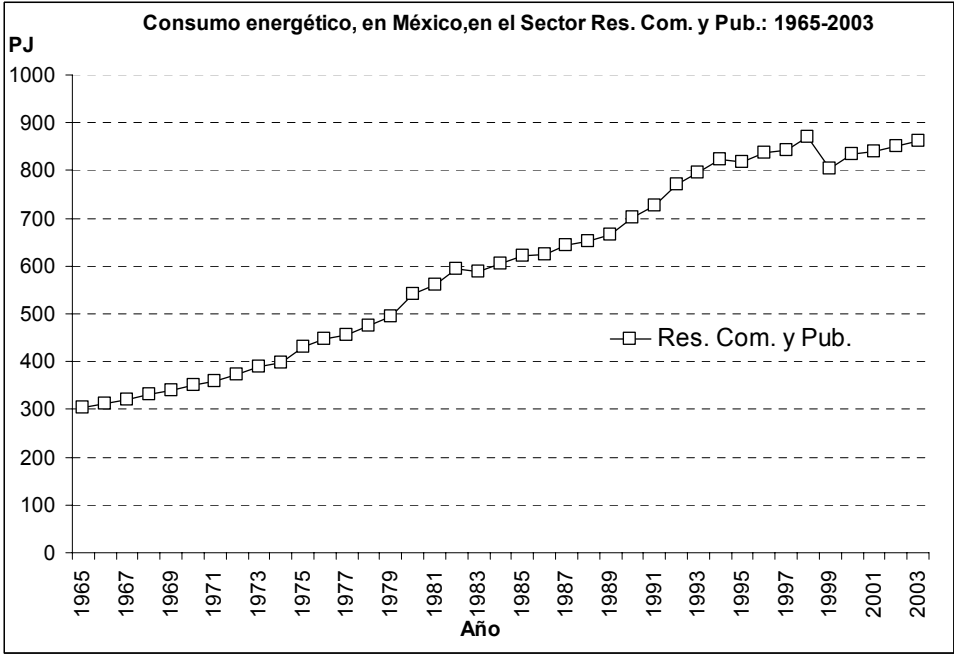
Elaboración propia

Fuente: Balance Nacional de energía 2004.

Las industrias siderúrgica y del cemento están participando en la autogeneración de energía eléctrica, y en el Balance Nacional de Energía se indica que en su consumo de energía eléctrica no está incluida la autogeneración; en la industria siderúrgica es significativo que su consumo de energía eléctrica en el 2003 presente una disminución de 20% con respecto a 1999, y a partir del año 2000 inicie el consumo de combustibles de tipo fósil como los coques de carbón y de petróleo, por lo que habría la necesidad de preguntarnos si ¿la quema de combustibles de origen fósil que se está registrando en la industria siderúrgica en el año del 2003 está vinculada con la autogeneración de energía eléctrica para autoabastecerse?, y si es así, por un lado se estaría liberando de presión a la CFE en el suministro, y se tendría en el Balance un consumo de energía eléctrica mayor que el que realmente se está realizando, pero en relación a la emisión de gases efecto invernadero, por quema de combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica, en lugar de mitigarse, sólo se estaría trasladando su emisión, de una generación de energía eléctrica de la CFE a otra de tipo particular. En situación similar a la siderúrgica se observa a la industria del cemento, tanto por el inicio del consumo de los mismos combustibles fósiles. Las industrias siderúrgica y del cemento están en el sector vinculado a la construcción con autogeneración de energía eléctrica, y de acuerdo al Balance Nacional de energía del 2004, los energéticos más utilizados en el 2003 para la autogeneración son el gas natural, productos petrolíferos, bagazo de caña, gases de alto horno y biogas, sin especificar cantidades, o proporciones vinculadas a cada uno de los productores ni el tipo de generación de energía eléctrica que realizan. Balance Nat. de Energía 2004

En todos los sectores existen edificaciones, pero en el sector Residencial, Comercial y Público, predomina su presencia, y la participación en el consumo del total de energía disponible, en el país en este sector es de un promedio del 23% ± 10% en los últimos 30 años, lo cual es significativo por su constancia (Gráficas 2 y 3) y los combustibles energéticos que empleados en este período de 1965 al 2003, han sido principalmente de tipo fósil. La constante participación, del 23%, del sector Residencial

Comercial y Público, en el consumo de la energía total del país, no implica que su consumo energético, en PJ, sea constante, el cual se presenta en la gráfica 6, en la que se es posible observar que el consumo energético de este sector, de 1965 al 2003, ha presentado un incremento permanente casi a lo largo de todo el período, excepto en los años de 1983, 1995 y 1999 vinculado posiblemente a problemas económicos en el país, La participación constante del 23% es en un esquema de consumo creciente de energía en el país. El crecimiento del consumo de la energía total en el período analizado, de 1965 al 2003, es de un 184% (Gráfica 5.6); y si comparamos entre la tasa de crecimiento nacional de la población y el crecimiento del consumo energético total, en el lapso de 1970 al 2002, la primera es de 101% y el segundo de 137%, lo que nos muestra que si la tasa de crecimiento de la población en México es alta, —un 101% que le ha permitido duplicar su número en 30 años—, el crecimiento de la demanda de energía en el sector residencial, comercial y público es mayor aún, lo que nos da una idea de la gran presión que existe hacia el consumo de energía para cubrir las necesidades de la creciente población, y que esta demanda se ve intensificada por factores externos al crecimiento poblacional como lo es el factor climático, e incrementado por el calentamiento global, con una influencia significativa en la demanda energética en nuestro país a corto, mediano y largo plazo, ya que se estima que el impacto por el calentamiento será mayor a largo plazo.

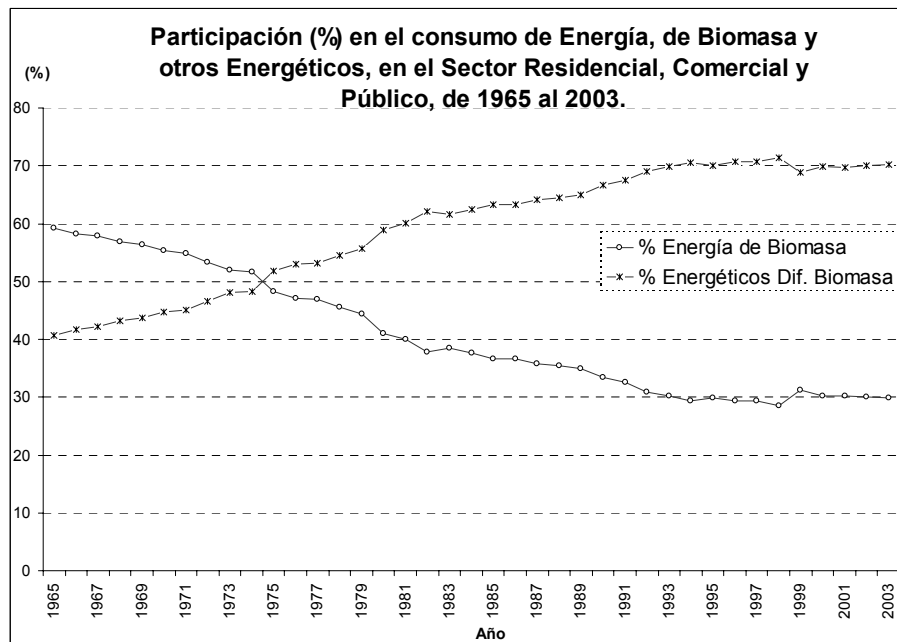


Gráfica 5.6.- Consumo de energía, de 1965 al 2003, en el sector residencial, comercial y público. Elaboración propia. Fuente: Balances Históricos Nacionales de Energía, SENER. México.

En todos los sectores que consumen energía existen edificaciones, por lo que éstas participan en forma directa o indirecta en el consumo energético en todos los sectores; sin embargo, es en el conformado por el residencial, comercial y público donde las edificaciones predominan, y en este sector, se ha mantenido una participación porcentual del consumo de la energía total disponible para el país de un 23% ± 10% en los últimos 32 años, participación congruente con la estimación mundial del Panel Intergubernamental del Cambio Climático, en el sentido del importante impacto que al

ambiente se genera por la energía que se consume en las edificaciones, y que de acuerdo al PICC es del orden del 25%.

Del consumo total de energéticos del Sector Residencial, comercial y público, en el lapso de 1965 al 2003, se desglosan la energía por su origen, como biomasa o de otra(s) fuente(s), y el resultado se presenta en la gráfica 7, en la que destaca la alta proporción de biomasa utilizada por el sector, principalmente en el residencial, al participar en un 59% en el año de 1965 y en un 30 % en el 2003, lo que nos habla del grave deterioro hacia el medio ambiente, por una constante deforestación, y que ha repercutido en pérdida forestal, con consecuencias como una disminución en la recarga de acuíferos, en la disminución de agua potable y en una creciente desertificación. En su contraparte, el consumo de energéticos diferentes a la biomasa presenta un incremento, al pasar de un 41% en el año de 1965 a un 70% en el 2003 (Gráfica 5.7).

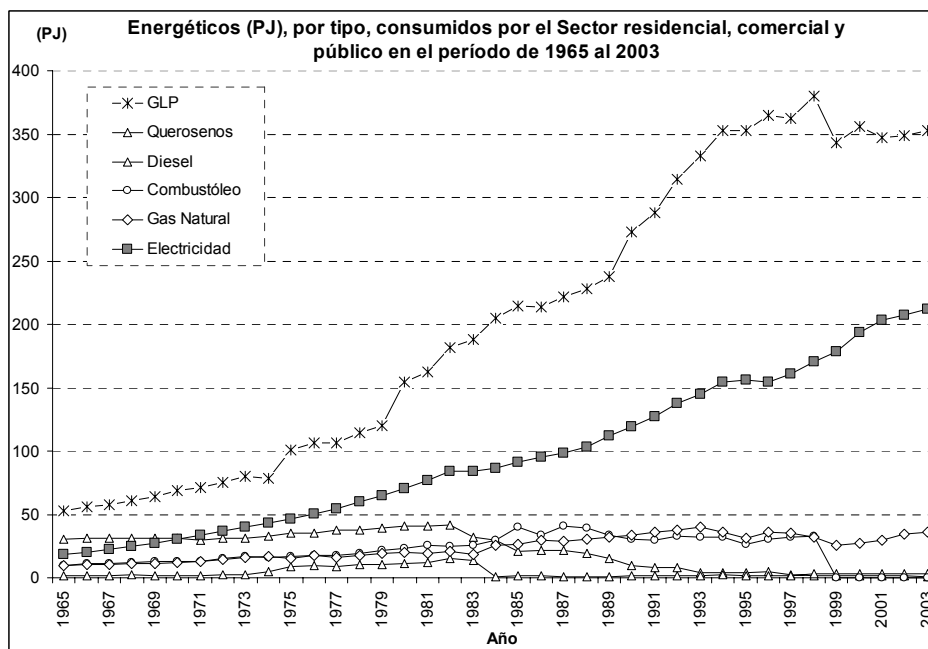


Gráfica 5.7.- Consumo de energía (%) de Biomasa y otros energéticos en el sector residencial, comercial y público: 1965-2003

Elaboración propia.

Fuente: Balances Históricos Nacionales de Energía, SENER. México.

El consumo de los energéticos, por el sector residencial, comercial y público, diferentes a la biomasa tuvieron una participación creciente de 41%, en el año de 1965 a 70%, en el año del 2003, analizándose su composición por tipo de combustibles, en este período, y que en forma cualitativa estuvo integrada por gas LP, queroseno, diesel, combustóleo, gas natural y electricidad; presentándose en la gráfica 5.8 su participación energética, en petajoules, en cada uno de los años del periodo contemplado de 1965 al 2003.

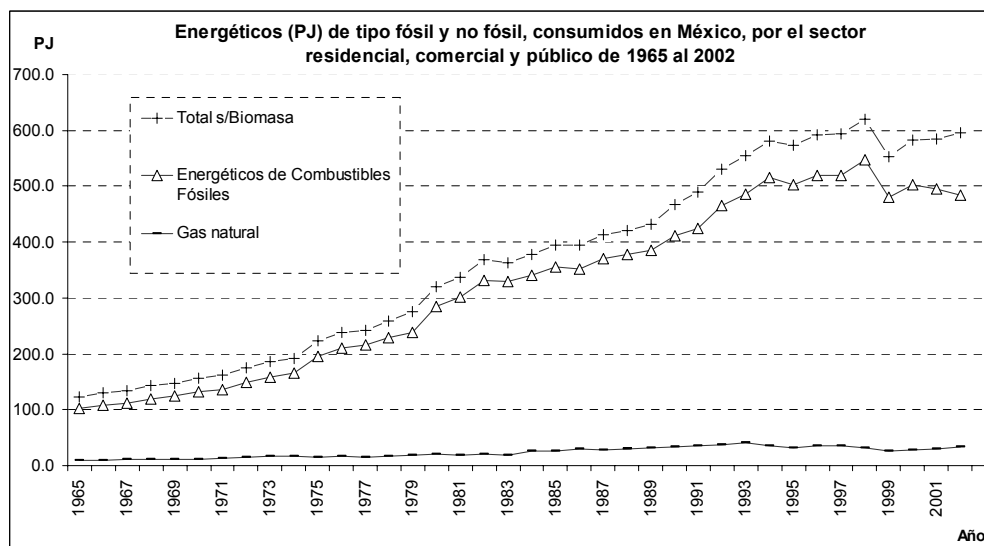


Gráfica 5.8 Energéticos (PJ) por tipo, sin considerar biomasa, consumidos por el sector residencial, comercial y público en México, en el periodo de 1965 al 2003.

Elaboración propia
Fuente: Balances Históricos Nacionales de Energía, SENER. México.

En el consumo de energéticos por el sector residencial, comercial y público, el gas LP, en todo el período analizado, ocupa el primer lugar en forma permanente, siendo su participación, con respecto a los demás energéticos, de un 43% en 1965, y de un 58 % en el 2003; por lo que además de ser el de mayor proporción, presenta un incremento en su participación equivalente a un 553% en el período, al pasar su consumo de 53.2 PJ en 1965 a 352.8 PJ en 2003; en segundo lugar, destaca el consumo de energía eléctrica, la cual en el lapso analizado presenta un incremento de 138%, al ser su consumo de 15 PJ en 1965 y de 35 PJ en el 2003.

De los energéticos consumidos por el sector residencial, comercial y público, considerados en la Gráfica 8, están vinculados al origen fósil: el Gas LP, el queroseno, el diesel, el combustóleo y la electricidad, ésta última en la proporción que de combustible fósil se utiliza en su generación, por lo que la participación en el sector del consumo de combustibles fósiles, sin contar a la biomasa, es del rango, en promedio, de 87% en el período analizado (Gráfica 5.9).



Gráfica 5.9. Energéticos (PJ) de tipo fósil y no fósil, consumidos en México, por el sector residencial, comercial y público de 1965 al 2003

Elaboración propia.
Balances históricos de energía, SENER, México.

En la gráfica 9 se presenta el comportamiento del consumo de energía, sin incluir la biomasa, de tipo fósil y no fósil del sector residencial, comercial y público, se observa que el consumo de energéticos fósiles tiene una importante participación con respecto al total de energía, y su participación en ella ha sido de un 84% en 1965, 85% en 1970, 89% en 1980, 88% en 1990, 86% en el 2000 y 81% en el 2002. En esta gráfica está incluida la energía eléctrica, a la cual se le ha descontado en su generación la parte energética que corresponde al gas natural y al uranio, quedando de la misma, la parte de combustibles empleados en su generación que tienen una fuente de tipo fósil.

El sector residencial, comercial y público depende en forma importante del combustible vinculado al fósil, y descontando la biomasa, aunque con una tendencia a disminuir: en el 2000 la participación de los combustibles fósiles fue de 86%, en el 2001 de 85% y en el 2002 de 81%, y como en este sector es en el que predomina la presencia de edificaciones, éstas al estar incluidas en el gasto energético del sector, consumen combustible de tipo fósil principalmente.

En el Capítulo anterior, se analizó el consumo de energía eléctrica en México, y de los cuatro sectores que la consumen, en el año 2003 (Gráfica 4.13), su participación fue: El sector residencial el 58 %; el Residencial, Comercial y Público el 37 %; el agropecuario el 5 % y el del Transporte el 0.69 %, por lo que el Sector Residencial, Comercial y Público participa con un 23 % del total de energía, que es de tipo fósil y con el 37 % de la energía eléctrica, que tiene también un alto componente de tipo fósil, por lo cual es significativo el impacto ambiental que tienen las edificaciones en nuestro país.

Además, en el Capítulo 4, se estima que el combustóleo fue el principal combustible fósil, por cuya quema en la generación de energía eléctrica emitió un promedio del 70% de los gases efecto invernadero bióxido de carbono, CO₂, y metano, CH₄, en el periodo de 1994 a 1998, que es el último periodo reportado en los inventarios de GEI ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático Global, lo cual es preocupante, ya que es el Sector Residencial, Comercial y Público el que consume una alta proporción de energía eléctrica: 37% en el 2003.

5.2. Normatividad, en México, al Uso Eficiente de Energía en Edificaciones.

El gasto energético que representan las edificaciones, por la energía involucrada tanto en la producción de sus materiales, transporte, edificación, mantenimiento, operación, remodelación, demolición y reciclado, representa un porcentaje importante del total de energía disponible y de la energía eléctrica generada, y en consecuencia es significativo el impacto que por emisión de gases invernadero se está participando en el calentamiento global.

El impacto por el uso de la energía en las edificaciones presenta diferencias entre continentes, países, regiones, e incluso a nivel local, pero se considera, en términos generales que cuanto mayor sea la producción de gases de efecto invernadero, más significativa será la tendencia al calentamiento de la Tierra; y cuanto mayor y más rápido sea el calentamiento, más significativos serán los efectos de los eventos climatológicos extremos e inclusive, de que se produzcan a gran escala y probablemente irreversibles, por lo que la reducción de EGI, es una necesidad, a nivel mundial, ya que todos compartimos el ambiente, y ante un problema global, la solución debe ser también global y acorde a la responsabilidad y los recursos.

Las edificaciones, están fuertemente vinculadas a los sectores consumidores de energía, como el del transporte, el industrial — por la fabricación de materiales y con una participación del orden del 14% del total de energía del sector — y el sector residencial, comercial y público, el cual participa con un promedio de 23% del total de la energía disponible del país y el 37 % de la energía eléctrica, y en ambas predomina la quema de combustibles de tipo fósil, por lo que se confirma en México se confirma la conclusión del trabajo del Panel Intergubernamental del Cambio Climático, en el sentido del impacto que por emisiones de gases efecto invernadero se tiene de las edificaciones ante el cambio climático global: 21.57% del total de las EGI el 31.49% del total del CO₂, por el tipo de combustible utilizado como energético en las mismas.

Ante la necesidad de reducir la emisión de gases efecto invernadero, EGI, con el objetivo de mitigar el cambio climático en el que nos encontramos inmersos, se tienen diferentes alternativas, algunas más viables que otras, y que principalmente son:

1.- La **sustitución de energía fósil, o convencional, por energías vinculadas a recursos renovables**, y entre ellas se encuentran la energía solar, la eólica, la microhidráulica y la biomasa, todas ellas con la característica de no generar contaminación, no ser de recursos no renovables y por lo mismo finitas, como la energía que proviene de la quema de combustibles fósiles. El estado de desarrollo en el que se encuentra cada una de ellas es variable, pero en el presente cubren necesidades en forma local, por lo que aún no es posible contar con una oferta acorde a la demanda, esto es en forma masiva, pero se considera que dada la situación ambiental y la necesidad de reducir el uso de energía convencional, la sustitución de energía fósil por energías de fuentes renovables es una de las mejores opciones y con un gran potencial.

2.- **Incremento de la generación de electricidad de la energía nuclear**, situación que tiene una participación mayoritaria en países como Francia, pero que su implementación es una cuestión discutible, principalmente por el aspecto de la seguridad, tanto en el manejo de este tipo de energía como por el depósito de los residuos, por ser la radiación un factor de riesgo para los sistemas naturales y biológicos, al poder incidir en mutaciones genéticas.

3.- **Incremento de sumideros de carbono**, que permitan un incremento de la fijación de carbono por medio de la función fotosintetizadora, lo que permitiría su almacenamiento en los organismos que lo fijan en su materia viva, mientras avanza el desarrollo de la generación de energía de fuentes renovables, lo cual considero es una de las opciones mas viables, porque tendría ventajas adicionales a la fijación de carbono, como el favorecer a con ello a la reforestación, a la retención del suelo, a la captación e inyección del agua en el subsuelo, a la recarga de mantos freáticos, a un aumento de humedad relativa y con ello una disminución de la temperatura ambiental, a nivel local.

4.- Un **incremento en la eficiencia** tanto en los procesos industriales como de tecnología diversa que utilice energía, ya que a una mejor o mayor eficiencia, la emisión de contaminación, y la de gases efecto invernadero, se reduce, por un mayor aprovechamiento energético.

5.- Una **sustitución mayor de combustibles fósiles**, que se utilizan en la generación de energía eléctrica, por ejemplo gas natural por combustóleo, y además una sustitución de la tecnología que genera la energía eléctrica, por ejemplo sustitución con termoeléctricas de ciclo combinado por carboeléctricas o termoeléctricas de vapor.

6.- Un **uso más eficiente de la energía que actualmente se genera**, de origen fósil principalmente, y este uso más racional llevarlo a una forma extensiva, por medio de la reglamentación en su uso y que incida en procesos o elementos en los que existe un importante gasto energético, y en esta alternativa, está contemplado el grupo de la edificación, tanto a nivel mundial como nacional, por el impacto que tiene en el consumo de la energía total disponible, y en consecuencia en las emisiones de gases efecto invernadero, por la quema de combustible de tipo fósil.

Por lo anterior, uno de los campos en los que las políticas ambientales para la reducción de emisiones de gases invernadero de las edificaciones tienen una mayor aplicación lo constituye la Normatividad al Uso Eficiente de la Energía en las Edificaciones, por múltiples motivos de consideración como:

- 1) El bienestar humano es necesario en el espacio diseñado y habitable;
- 2) La energía como un recurso no renovable, patrimonio de la nación y cuyo uso debe ser racional.
- 3) Si en el uso de la energía, se generan contaminantes, es de orden público e interés social el establecer normas con carácter de obligatoriedad, a fin de lograr una eficiencia energética.
- 4) La aplicación es a corto plazo y es en este aspecto en el que la Normatividad es una de las opciones más viables para el logro de la reducción de gases invernadero de las edificaciones,

La normatividad al uso eficiente de la energía tiene acciones complementarias en los avances de la tecnología en la fabricación de materiales de la construcción tanto por la reducción de la energía involucrada en su fabricación, como en la disminución de la transferencia de calor a través de ellos, y a un diseño más racional del espacio habitable, como el que se logra con el diseño bioclimático.

La envolvente de las edificaciones ha sufrido una evolución por el uso del vidrio —ya analizada en el capítulo 1—, material que junto con los metales ha desplazado a otros materiales de construcción con más tradición, como la piedra o el ladrillo, al grado de aparentar cubrir la envolvente sólo con vidrio, estilo observado en todo el mundo, sin importar la ubicación geográfica y provocando tanto ganancias como pérdidas de calor al y del interior, en función de las propiedades térmicas de los distintos componentes de la envolvente, y que en el caso del vidrio la transferencia de calor es casi instantánea, y más si carece de control solar. En la Fig 5.1, se representa el comportamiento térmico a través de diferentes componentes de la envolvente de una vivienda en México, situación identificada a través de simuladores computacionales, en el Instituto de Investigaciones Eléctricas ^{Taller CONAE, 1998},

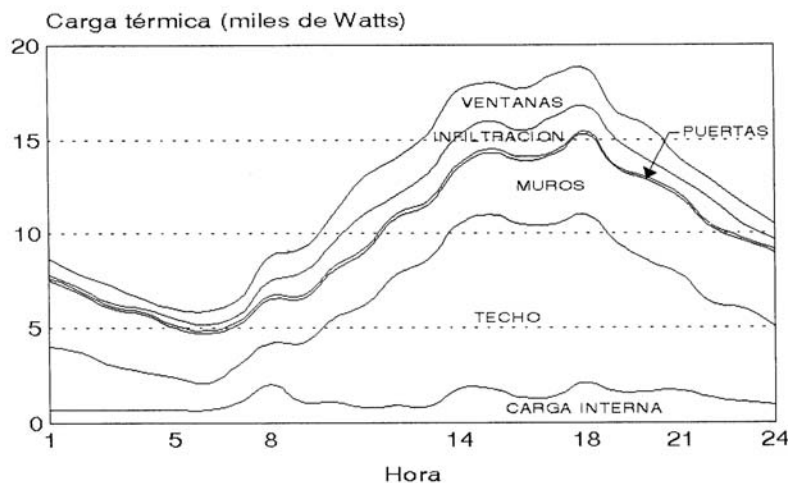


Figura 5.1.- Comportamiento térmico (miles de Watts) a través de diferentes elementos de la envolvente de una vivienda.

Fuente: CONAE, Taller de aplicación de la NOM-008-ENER, 1998,

En la Fig. 5.2 se presenta otro ejemplo sobre el comportamiento diferencial entre los componentes de la envolvente, del Dr. Olgay, en la ubicación de Nueva York-Nueva Jersey, EUA, en el que la ganancia de calor a través del vidrio por radiación —1— y por conducción —4— representan el mayor aporte al espacio arquitectónico; por lo que ambos ejemplos coinciden, aunque hay muchos al respecto, en que la mayor transferencia de calor se realiza a través de las porciones translúcidas de la envolvente., independientemente de la ubicación geográfica de la edificación, por la alta transferencia de calor y que se traduce en ganancias y/o pérdidas al interior de la edificación.

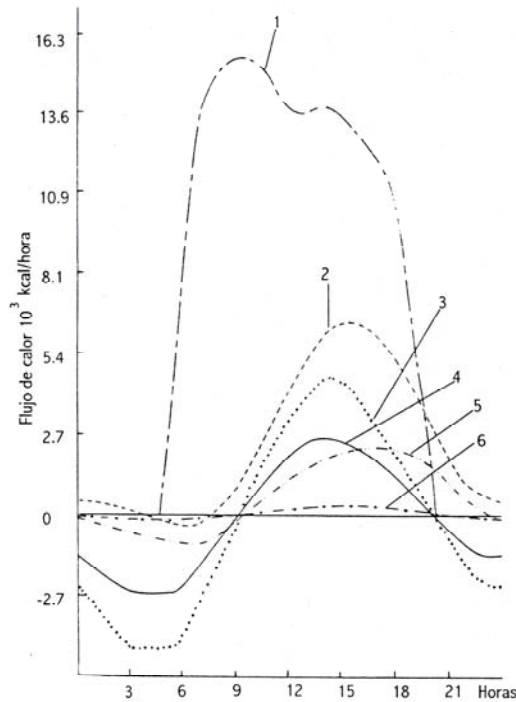


Figura 5.2.- Flujo calorífico al atravesar diferentes materiales Fig. ^{Olgay}
 Fuente: Olgay, V., Arquitectura y clima, 1998

La transferencia de calor, como ganancias o pérdidas, en función del gradiente térmico entre en el interior y el exterior de la edificación, se ha compensado desde la segunda mitad del Siglo XX con el uso de energía para climatizar el espacio interior, retirando o aportando calor, lo que genera un incremento en el gasto de energía e impactando al ambiente por las emisiones de gases invernadero, los cuales deben reducirse, tanto para amortiguar el calentamiento global como por el incremento en el costo del combustible, situación que ha presionado a la tecnología del vidrio a desarrollar materiales que disminuyan la transferencia de calor, por variación en su composición, que a su vez modifica los valores de las propiedades físicas por ejemplo el incremento de la reflectancia para el espectro de radiación o una porción de él; o el incremento en la absorción de parte de la radiación en su masa, y que en función del gradiente térmico entre el interior y el exterior de la edificación serán su transferencia.

5.2.1. Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001

La Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, CONAE, considera, textualmente, que si para mantener en el interior de un edificio condiciones de temperatura y humedad que el ser humano requiere para su bienestar, se consume energía proveniente de recursos energéticos no renovables de la nación, y que en su transformación producen contaminantes a la atmósfera, se considera de orden público e interés social que se establezcan normas obligatorias de eficiencia energética, planteamiento que es claro, lógico y congruente tanto con la necesidad mundial de reducir la emisión de gases invernadero, y las observaciones y recomendaciones del Panel Intergubernamental del Cambio Climático, con lo que México nos muestra su responsabilidad ante las emisiones generadas por las edificaciones.

En México, un logro en la normatividad al uso de energía en las edificaciones es la Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001, Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales ^{NOM-008-ENER-2001}, que contempla, básicamente 3 consideraciones importantes y que son:

- 1) El que la normatividad para la eficiencia energética tiene como objetivo el mejorar el diseño térmico de edificios, y lograr con ello la comodidad de sus ocupantes con el mínimo consumo de energía,
- 2) El que en México, el mayor consumo de energía en las edificaciones es por el concepto de acondicionamiento de aire, en las épocas de mayor calor, y principalmente en las zonas norte y costera del país,
- 3) El que la ganancia por radiación solar es la fuente más importante a controlar, lo cual se logra con un diseño adecuado de la envolvente,

Y por las 3 consideraciones anteriores, la Norma NOM-008-ENER-2001, al optimizar el diseño desde el punto de vista del comportamiento térmico de la envolvente, se obtienen como beneficios, el ahorro de energía, por la disminución en el gasto de energía de los equipos de enfriamiento y un mejor confort de los ocupantes.

En el logro de la optimización del comportamiento térmico, considera importante los siguientes aspectos:

- Mejorar las características de los materiales y sistemas empleados en el techo y los muros,
- Optimizar la orientación de las fachadas y el dimensionamiento de ventanas y tragaluces y
- Fomentar el desarrollo de las propiedades ópticas y térmicas del vidrio.

El Proyecto de Norma se basó en estudios realizados en localidades extremas del país, mediante programas de cómputo de modelación térmica de edificaciones y estos resultados, por extrapolación,

se generalizaron a todo el país, debido a la escasa información climatológica horaria a nivel Nacional, dando como resultado el desarrollo de parámetros que reflejan el uso de la energía en edificaciones y su relación con el clima.

Para una mejor comprensión de la NOM-008-ENER-2001, se consideró necesario informar sobre los aspectos técnico considerados como son:

1.- **Objetivo:** se establece que la Norma Oficial **Mexicana, NOM-008-ENER-2001**, tiene como objetivo el limitar la ganancia de calor de las edificaciones a través de su envolvente, con el objeto de racionalizar el uso de la energía en los sistemas de enfriamiento, y como **Beneficios**, de este objetivo el evitar las excesivas ganancias térmicas a través de las partes opacas y transparentes de la edificación; el ahorrar energía eléctrica en sistemas de enfriamiento y el logro de las condiciones de confort térmico en edificaciones sin climatización artificial.

2.- Campo de aplicación.

Esta norma aplica a todas las edificaciones nuevas y las ampliaciones de edificaciones no residenciales ya existentes. Si un uso o destino, constituye al menos el 90 % del área construida de la edificación, esta norma aplica a la totalidad del edificio.

3.- Referencias.

Para la correcta aplicación de esta Norma se deben consultar las siguientes normas vigentes.

NOM-008-SCFI-1993 Sistema General de Unidades de Medida.

NOM-018-ENER-1997 Aislantes térmicos para edificaciones. Características, límites y métodos de prueba.

4.- Definiciones.

Para los efectos de esta Norma se definen los siguientes términos:

4.1. Ampliación de edificación.- cualquier cambio en la edificación que incremente el área construida.

4.2. Área construida.- Es la suma en metros cuadrados de las superficies de todos los pisos de un edificio, medidos a nivel de piso por el exterior de las paredes. No incluye área de estacionamiento.

4.3. Barreras para vapor. Es un material, producto o componente de un muro o techo que proporciona resistencia a la transmisión de vapor de agua en forma continua sobre la totalidad de la superficie del muro o techo.

4.4. Coeficiente de sombreado (CS) La razón entre el calor de radiación solar que se gana a través de un vidrio específico, al calor por radiación solar que se gana a través de un vidrio claro de 3 mm de espesor, bajo idénticas condiciones.

4.5. Edificio; edificación.- Cualquier estructura que limita un espacio por medio de techos, paredes, piso y superficies inferiores, que requiere de un permiso o licencia de la autoridad municipal o delegacional para su construcción.

- 4.6. Edificio proyectado.- El edificio que se pretende construir.
- 4.7. Edificio de referencia.- Es el edificio que conservando la misma orientación, las mismas condiciones de colindancia y las mismas dimensiones en planta y elevación del edificio proyectado, es utilizado para determinar un presupuesto energético máximo.
- 4.8. Envolvente de un edificio.- está formado por techo, paredes, vanos, piso y superficies inferiores, que conforman el espacio interior de un edificio.
- 4.9. Muro ligero.- Es aquel construido, empleando un bastidor o estructura soportante abierta, la cual se recubre en ambos lados, con tableros de material con espesores hasta de 2.5 cm, dejando al interior un espacio hueco o relleno con aislante térmico.
- 4.10. Opaco.- Lo que no permite pasar la luz visible.
- 4.12. Pared.- es la componente de la envolvente de un edificio cuya normal tiene un ángulo con respecto a la vertical mayor a 45° y hasta 135°.
- 4.13. Sistemas de enfriamiento.- Aparato o equipo eléctrico utilizado para enfriar mecánicamente un espacio al interior de un edificio.
- 4.14. Superficie inferior.- Es la componente de la envolvente de un edificio que tiene una superficie exterior cuya normal tiene un ángulo con respecto a la vertical mayor a 135° y hasta 180°. Comúnmente se le conoce como el piso o entrepiso del 1er. nivel habitable.
- 4.15. Techo.- Es la componente de la envolvente de un edificio que tiene una superficie exterior cuya normal tiene un ángulo con respecto a la vertical mayor o igual a 0° y hasta 45°.
- 4.16. Temperatura equivalente promedio (t_e).- Es una temperatura indicativa, de la temperatura exterior promedio, durante el periodo de uso de sistemas de enfriamiento.
- 4.17. Transparente y/o translúcido.- Lo que permite el paso de la luz visible.
- 5.- Cuadro concentrado del rango en los ángulos de techo, pared y piso.

6.- Especificaciones:

6.1. Ganancia de calor:

La ganancia de calor Q_p a través de la envolvente del edificio proyectado debe ser menor o igual a la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio de referencia Q_r , es decir, siendo este el criterio de aceptación

$$Q_p \leq Q_r$$

Donde

Q_p = Ganancia de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en Watts.

Q_r = Ganancia de calor a través de la envolvente en la edificación de referencia, en Watts.

6.1.1. Características del edificio de referencia:

Se entiende por Edificio de Referencia aquel que conservando la misma orientación, las mismas condiciones de colindancia y las mismas dimensiones en planta y elevación del edificio proyectado, considera las siguientes especificaciones para las componente de la envolvente:

En el techo: un 95 % del área cubierta por material opaco, con un Coeficiente Global de Transferencia de Calor K (W/m^2K) específico a la ubicación geográfica (Tabla 1, Apéndice A de la NOM-008-ENER-2001) (Anexo A de este trabajo) y un 5% con material translúcido, cuyo Coeficiente Global de Transferencia de Calor sea equivalente a $5.952 W/m^2C$ y un Coeficiente de Sombreado de 0.85, en forma de tragaluces o domos; en los muros un 60 % del área cubierta por material opaco con especificaciones en el Coeficiente Global de Transferencia de Calor K (W/m^2K) específico a la ubicación geográfica (Tabla 1, Apéndice A de la NOM-008-ENER-2001) (Anexo A de este trabajo) y un 40 % con material translúcido, cuyo Coeficiente Global de Transferencia de Calor sea equivalente a $5.319 W/m^2C$ y un Coeficiente de sombreado equivalente a 1.

Para el cálculo de ganancia de calor a través de la envolvente del edificio de referencia no se toma en cuenta la ganancia de calor a través del piso, debido a que se supone que se encuentra sobre el suelo. Sin embargo en el caso de que el edificio proyectado tenga uno o más pisos de estacionamiento por encima del suelo, se debe sumar la ganancia de calor a través del piso o entrepiso del 1^{er}. nivel habitable del mismo.

7. Método de prueba (Cálculo del presupuesto Energético)

A continuación se describe el método de cálculo de la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio proyectado y del edificio de referencia.

7.1. Cálculo de la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio proyectado.

La ganancia de calor a través de la envolvente del edificio proyectado, es la suma de la ganancia de calor por conducción, más la ganancia de calor por radiación solar, es decir:

$$Q_p = Q_{pc} + Q_{ps}$$

Donde:

Q_p es la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio proyectado, en Watts.

Q_{pc} es la ganancia de calor por conducción a través de las partes opacas y transparentes de la envolvente del edificio proyectado, determinada según el inciso 7.1.1., en Watts.

Q_{ps} es la ganancia de calor por radiación solar a través de las partes transparentes de la envolvente del edificio proyectado, determinada según el inciso 7.1.2., en Watts.

7.1.1. Ganancia de calor por conducción.

Es la suma de la ganancia por conducción a través de cada una de las componentes, de acuerdo con su orientación y utilizando la siguiente ecuación:

$$Q_{pc} = \sum_{i=1}^6 Q_{pci}$$

en donde:

i Son las diferentes orientaciones: 1 es techo, 2 es norte, 3 es este, 4 es sur, 5 es oeste y 6 es superficie inferior.

Cualquier porción de la envolvente con colindancia con la tierra se considera que tiene una ganancia de calor de cero. Sin embargo, si el edificio proyectado tienen ganancia de calor a través del piso, éste debe considerarse como una superficie inferior, y su ganancia de calor debe sumarse a la del resto de la envolvente. Un ejemplo típico es un edificio cuyo estacionamiento ocupa los primeros pisos.

La ganancia de calor por conducción a través de la componente con orientación i , se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$Q_{pci} = \sum_{j=1}^n [(K_j \cdot A_{ij} \cdot (t_{ei} - t)]$$

en donde:

Q_{pci} es la ganancia de calor por conducción a través de la componente con orientación i , en Watts.

j son las diferentes porciones que forman parte de la componente de la envolvente. Cada porción tendrá un coeficiente global de transferencia de calor. Por ejemplo, una porción típica de una parte opaca de una pared, es un muro formado por un repellado exterior, tabique y un repellado interior, o un repellado exterior, una placa de poliestireno expandido y un tapiz plástico en el interior.

K_j es el Coeficiente Global de Transferencia de Calor de cada porción, determinado según el Apéndice B, en $W/m^2 \cdot K$.

A_{ij} es el área de la porción j con orientación i , en m^2

t_{ei} es el valor de la temperatura equivalente promedio, para la orientación i , determinada en $^{\circ}C$ según la tabla 1 del Apéndice A, en $^{\circ}C$;

t es el valor de la temperatura interior del edificio, que se considera igual a $25^{\circ}C$.

Nota: este valor de temperatura interior de $25^{\circ}C$, es sólo una referencia para el cálculo de la ganancia de calor (presupuesto energético).

7.1.2. Ganancia de calor por radiación.

Es la suma de la ganancia de calor por radiación solar a través de cada una de las partes transparentes, la cual se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$Q_{ps} = \sum_{i=1}^5 Q_{psi}$$

en donde:

i son las diferentes orientaciones: 1 es techo, 2 es norte, 3 es este, 4 es sur, 5 es oeste.

La ganancia de calor por radiación solar a través de la componente con orientación i , se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$Q_{psi} = \sum_{j=1}^n (A_{ij} \cdot CS_j \cdot FG_i \cdot SE_{ij})$$

en donde:

Q_{psi} es la ganancia de calor por radiación solar a través de las porciones transparentes de la envolvente del edificio proyectado, en Watts.

j son las diferentes porciones transparentes que forman parte de la componente de la envolvente. Cada porción tendrá un coeficiente de sombreado, un factor de ganancia de calor solar y un factor de sombreado exterior. Una porción típica de una parte transparente es una pared de vidrio, o con un bloque de vidrio.

A_{ij} es el área de la porción transparente j con orientación i , en m^2

CS_j es el Coeficiente de sombreado del vidrio de cada porción transparente, según la especificación del fabricante, con valor adimensional entre cero y uno;

FG_i es la Ganancia de calor solar por orientación, determinada según la Tabla 1 del Apéndice A, en W/m^2 .

SE_{ij} es el Factor de corrección por sombreado exterior para cada porción transparente, determinado de acuerdo a las Tablas 2, 3, 4 y 5 según corresponda, localizadas en el Apéndice A, con valor adimensional entre cero y uno.

7.2. Cálculo de la ganancia de calor a través de la envolvente del Edificio de Referencia

Para que el edificio de referencia corresponda al edificio proyectado, el área total de cada una de las componentes para cada orientación debe ser igual para ambos. Las paredes del edificio de referencia se consideran con 60% de parte opaca (muro) y 40% de parte no opaca (transparente) y el techo con 95% de parte opaca y 5% de parte no opaca.

La ganancia de calor a través de la envolvente del edificio de referencia es la suma de la ganancia de calor por conducción, más la ganancia de calor por radiación solar, es decir:

$$Q_r = Q_{rc} + Q_{rs}$$

en donde:

Q_r es la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio de referencia, en Watts.

Q_{rc} es la ganancia de calor por conducción, a través de la envolvente del edificio de referencia, en Watts.

Q_{rs} es la ganancia de calor por radiación solar, a través de la envolvente del edificio de referencia en Watts.

7.2.1. Ganancia de calor por conducción.

Es la suma de la ganancia de calor por conducción a través de cada uno de las componentes, de acuerdo con su orientación y utilizando la siguiente ecuación:

$$Q_{rc} = \sum_{i=1}^5 Q_{rci}$$

en donde:

i Son las diferentes orientaciones: 1 es techo, 2 es norte, 3 es este, 4 es sur y 5 es oeste.

La ganancia de calor por conducción a través de la componente con orientación i , se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$Q_{rci} = \sum_{j=1}^n (K_j \cdot A_{ij} \cdot (t_e - t))$$

en donde:

Q_{rci} es la ganancia de calor por conducción a través de la envolvente del edificio de referencia con orientación i , en Watts.

j son las diferentes porciones que forman parte de la envolvente del edificio de referencia.

K_j es el coeficiente global de transferencia de calor de de la envolvente del edificio de referencia j . Para las partes opacas se determina según la Tabla 1 del Apéndice A, en W/m^2K , y para las partes transparentes de los techos es de $5.952 W/m^2K$ y para las partes transparentes de las paredes es $5.319 W/m^2K$.

A_{ij} es el área de la porción j con orientación i , en m^2

$t_e i$ es el valor de la temperatura equivalente promedio, para la orientación i , determinado según la Tabla 1 del Apéndice A, en $^{\circ}C$.

t es el valor de la temperatura interior del edificio, que se considera igual a $25^{\circ}C$.

Nota: este valor de temperatura interior de 25°C, es sólo una referencia para el cálculo de la ganancia de calor (presupuesto energético)

7.2.2. Ganancia de calor por radiación.

Es la suma de la ganancia por radiación solar a través de cada una de las partes transparentes, la cual se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$Q_{rs} = \sum_{i=1}^5 Q_{rsi}$$

En donde:

i son las diferentes orientaciones: 1 es techo, 2 es norte, 3 es este, 4 es sur, 5 es oeste.

La ganancia de calor por radiación solar a través de la componente con orientación i , se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$Q_{rsi} = \sum_{j=1}^5 (A_{ji} \cdot CS_{ri} \cdot FG_i)$$

en donde:

Q_{rsi} es la ganancia de calor por radiación solar a través de las porciones transparentes de la envolvente del edificio de referencia, con orientación i , en Watts.

A_{ji} es el área de la porción transparente j con orientación i , en m^2

CS_{ri} es el coeficiente de sombreado del vidrio empleado en el edificio de referencia, con orientación i , con valor adimensional de 0.85 para el techo y 1,0 para las paredes.

FG_i es la Ganancia de calor solar por orientación, determinada según la tabla 1 del Apéndice A, en W/m^2 .

Para las partes opacas de las paredes del edificio de referencia se deben utilizar las temperaturas correspondientes a muro masivo, según se determina en la Tabla 1 del Apéndice A.

5.2.1.1. Aplicación de la metodología de la Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001, Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales..

Con el objetivo de cuantificar la sensibilidad en la ganancia de calor a través de la envolvente, en sus porciones opaca y translúcida, se diseñaron dos ejercicios diferentes, en los que se aplica la metodología de la Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001.

En los dos ejercicios se considera a La Torre de la Rectoría de la Universidad Nacional Autónoma de México, la cual se selecciona por ser una edificación conocida y reconocida por su importancia y significado, pero que para efectos de la Norma NOM-008-ENER-2001 no aplicaría por ser una edificación ya existente y no sujeta a una importante remodelación; sin embargo para este ejercicio se consideró adecuada.

5.2.1.1.1. Primer ejercicio:

En este ejercicio, a la edificación seleccionada y considerada como la Edificación Proyectada, se le evalúa en dos ubicaciones geográficas diferentes; la primera en su ubicación real, en Ciudad Universitaria, D.F. y la segunda en un clima extremo; aplicándose y evaluándose, a la envolvente de la edificación seleccionada en ambas ubicaciones, por medio de la metodología de la NOM-008-ENER-2001. En las dos ubicaciones, a la edificación proyectada se le calcula el presupuesto energético ante una serie de vidrios, de uso común, en las porciones transparentes de sus muros y en las diferentes orientaciones, considerándose los valores ópticos y térmicos reportados por sus fabricantes y los evaluados en un trabajo previo de investigación por la autora del presente proyecto.

Barrios, P, 2001.

Los objetivos de este primer ejercicio son:

- 1) Mostrar cómo el comportamiento térmico de la envolvente en una edificación se modifica, en cuanto a la ganancia de calor al interior del edificio, en Watts, si se modifica el tipo de vidrio en sus porciones transparentes de la envolvente, por la variación en los valores de las propiedades ópticas y térmicas de los diferentes vidrios.
- 2) Evaluar el comportamiento térmico de la edificación seleccionada como la edificación proyectada, a través del cálculo o presupuesto energético, de acuerdo a las especificaciones marcadas en el Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001 y determinar, en cada una de las ubicaciones geográficas con cuáles vidrios la edificación proyectada aprobaría la Norma.
- 3) Comparar el comportamiento térmico de la envolvente de la Edificación Proyectada, como producto de la aplicación de valores experimentales, obtenidos en la medición de las propiedades ópticas y térmicas del material de vidrio seleccionado, para determinar si existe congruencia con la variabilidad observada sólo en la parte experimental ^{Barrios, P, 2001.}

Segundo Ejercicio

En el segundo ejercicio, el objetivo es cuantificar y comparar la sensibilidad a la ganancia de calor entre las porciones opaca y translúcida —ambas en la misma proporción—, de la envolvente del edificio seleccionado como el proyectado, y que es la Torre de la Rectoría en la U.N.A.M.

Descripción y ubicación de la edificación seleccionada como la proyectada.

La Torre de la Rectoría de la UNAM (Figs. 5.3 y 5.4), en Ciudad Universitaria, Distrito Federal se seleccionó para este ejercicio por los siguientes motivos:

1°.- Es una edificación importante, ya que con la Biblioteca Central, es emblema de la máxima casa de estudios, fue construida al inicio de la década de los cincuenta's del siglo XX, por Arquitectos destacados como Mario Pani, Enrique del Moral y Salvador Ortega.



Fig. 5.3 La Torre de la Rectoría de la U.N.A.M. en la que se muestran los muros al este y al sur.

2°.- Tiene una estructura de concreto armado, con quince pisos, y cuenta con una amplia superficie expuesta a la incidencia de radiación solar: 503 m² en la azotea; 1480 m² en los muros norte y sur; 1122 m² en el muro este y 1390 m² en el muro oeste, y de éstos, los más importantes por el flujo radiativo que en ellos incide son los orientados al este y al sur.

3°.- En sus muros está presente una alta proporción de material transparente a la radiación solar, como vidrio claro 9 mm, que permite una ganancia de calor importante, principalmente en las orientaciones este y sur, ya que en la norte a pesar de contar con un alto porcentaje de vidrio, la incidencia de radiación no es significativa, función de la latitud; y en el caso del muro al oeste, es un muro escudo a la radiación solar; por lo que la ganancia de calor solar al interior de la edificación es relevante en condiciones normales.

La Torre de la Rectoría se encuentra en Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, en el Distrito Federal; con ubicación geográfica de 19°26' N y 99°08'O; ubicación que presenta una oscilación térmica anual de 5.1°C y un clima clasificado, de acuerdo a Köppen y modificado por Miranda, E. como Cb(wo)(w)(i')g, que corresponde a un clima templado, con verano fresco y largo; temperatura media anual entre 12 y 18°C; con precipitación anual de 691mm y 3.4% de precipitación en invierno.

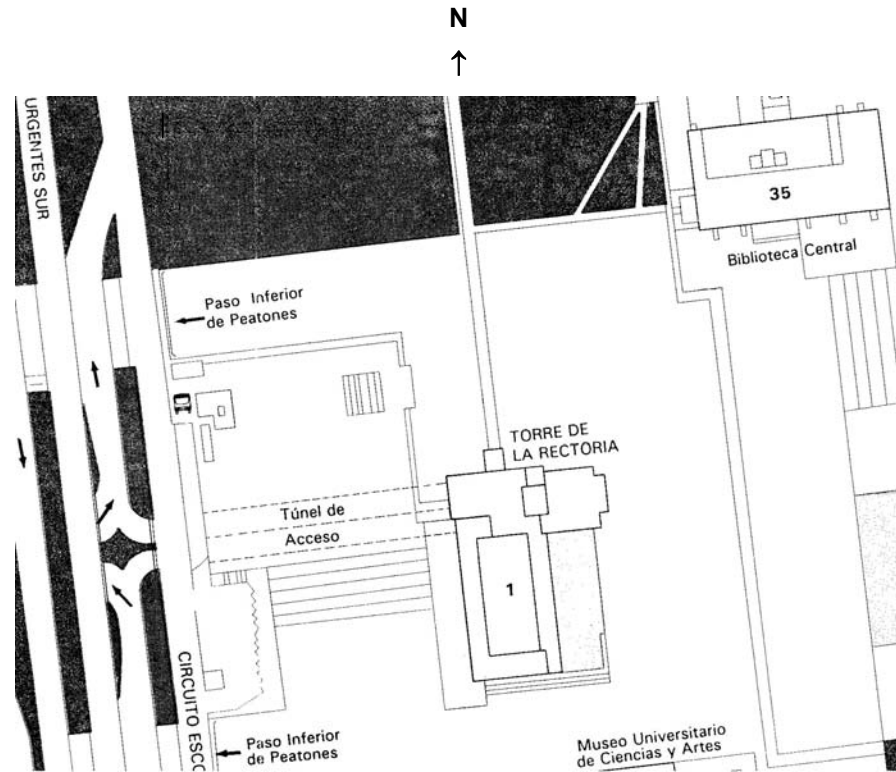


Fig. 5.4 Ubicación y orientación de La Torre de Rectoría de la U.N.A.M

Para efecto del 1er. ejercicio, la estimación del flujo de calor a través de la envolvente de la Torre de Rectoría, además de realizarse en su ubicación real, en C.U., se simula en una situación climática rigurosa como lo es el ambiente de Mexicali, B.C.N., al cual le corresponde una ubicación geográfica de $32^{\circ}33'N$ y $115^{\circ}25'O$, que se caracteriza por una oscilación térmica de $20.7^{\circ}C$, con un clima clasificado como $BW(h'')hs(x'')(e'')$ que es seco cálido, con temperatura promedio anual de $22.1^{\circ}C$, de acuerdo a la clasificación de Köppen, modificada por García, E..

Primer ejercicio de aplicación de la metodología de la NOM-008-ENER-2001.

El material de vidrio propuesto para ser evaluado en las porciones transparentes de los muros de la Torre de la Rectoría de la UNAM, como la edificación proyectada, se presenta en las Tablas 5.2 y 5.3 e incorpora además de los valores de referencia de los fabricantes Vitro y Saint Gobain los valores observados en forma experimental en vidrios de los mismos fabricantes, para efectos de variabilidad. Los valores de las propiedades que se presentan en la Tabla 5.2 son las ópticas de reflectancia, absorbancia y transmitancia y en la Tabla 5.3 los del Coeficiente de Sombreado.

Tabla 5.2 Propiedades ópticas del material vítreo seleccionado, reportadas por Fabricantes y obtenidas en forma experimental.

Tipo de vidrio:	R(%)	Variabilidad (%) en base a la Ref. Fabricante.		Variabilidad (%) en base a la Ref. Fabricante.		Variabilidad(%) con base a la Ref. Fabricante.
		A(%)	T(%)			
Vcl3-R.F.Vitro	8.00	6.00		86.00		
Vcl3-V.	7.63	4.63	8.23	37.17	84.13	2.17
Vcl3-DM1-V.	8.88	11.00	9.40	56.67	81.71	4.99
Vcl3-DM2-V.	8.68	8.50	9.98	66.33	81.33	5.43
Vcl3-R.F. St Gobain	8.00	5.00		87.00		
Vcl3-SG.	8.01	0.13	5.14	2.80	86.84	0.18
Vcl3-DM1-SG.	9.29	16.13	4.90	2.00	85.79	1.39
Vcl3-DM2-SG.	9.28	16.00	14.84	196.80	75.87	12.79
Cl6-R.F.Vitro	7.00	12.00		81.00		
Vcl6-V.	8.26	18.00	13.00	8.33	78.73	2.80
Vcl6-DM1-V.	8.15	16.43	16.60	38.33	75.25	7.10
Vcl6-DM2-V.	8.29	18.43	15.99	33.25	75.72	6.52
Cl6-R.F. St Gobain	8.00	9.00		83.00		
Vcl6-SG.	8.15	1.88	9.65	7.22	82.19	0.98
Vcl6-DM1-SG.	7.18	10.25	15.94	77.11	76.87	7.39
Vcl6-DM2-SG.	8.87	10.88	11.12	23.56	79.99	3.63
cT6-R.F.Vitro	5.00	48.00		47.00		
VcT6-V	5.74	14.80	49.51	3.15	44.75	4.79
VcT6-DM1-V.	6.34	26.80	48.13	0.27	45.52	3.15
VcT6-DM2-V.	5.67	13.40	49.33	2.77	44.99	4.28
cT6-R.F. St Gobain	5.00	50.00		45.00		
VcT6-SG	5.36	7.20	50.72	1.44	43.92	2.40
VcT6-DM1-SG.	5.96	19.20	49.93	0.14	44.10	2.00
VcT6-DM2-SG.	4.45	11.00	50.81	1.62	44.72	0.62
Lam6+6-R.F.Vitro	7.00	27.00		66.00		
VLam6-DM1-V.	9.01	28.71	15.56	42.37	75.42	14.27
VLam6-DM2-V.	8.24	17.71	16.45	39.07	75.30	14.09
Lam4+4-R.F.St Gobain	7.00	15.00		78.00		
VLam6-DM1-S.G.	8.08	15.43	13.41	10.60	78.50	0.64
VLam6-DM2-S.G.	7.77	11.00	10.77	28.20	81.45	4.42
RSplata-R.F. Vitro	34.00	59.00		7.00		
VRSplata-V.	32.05	5.74	61.68	4.54	6.26	10.57
RLplata-R.F. St Gobain	35.00	58.00		7.00		
VRSplata-SG.	22.05	37.00	71.16	22.69	6.78	3.14
RSazul-R.F. Vitro	15.00	61.00		24.00		
VRSazul-V.	19.48	29.87	63.91	4.77	16.60	30.83
RLazul-R.F. St Gobain	14.00	68.00		18.00		
VRLazul-S.G.	23.03	64.50	67.84	0.24	9.11	49.39

Tabla 5.3 Coeficiente de Sombreado, CS, reportado por sus fabricantes y calculado de evaluación óptica experimental.

Vidrio	CS	Variación (%) en la Ref. Fabr.
Vcl3-R.F.Vitro	1.01	
Vcl3-V	0.99	1.64
Vcl3-DM1-V	0.97	4.03
Vcl3-DM2-V	0.97	4.27
VCl3-R.F. Saint Gobain	1.02	
Vcl3-S.G.	1.01	0.53
Vcl3-DM1-S.G	1.00	1.78
Vcl3-DM2-SG	0.92	9.84
Vcl6-R.F.Vitro	0.97	
Vcl6-V	0.95	2.41
Vcl6-DM1-V	0.92	5.34
Vcl6-DM2-V	0.92	4.99
Vcl6-R.F. Saint Gobain	0.98	
Vcl6-SG	0.98	0.44
Vcl6-DM1-SG	0.93	4.62
Vcl6-DM2-SG	0.96	2.54
Vct6-R.F.Vitro	0.69	
Vct6-V	0.67	2.44
Vct6-DM1-V	0.68	1.80
VcT6-DM2-V	0.68	2.13
Vct6-R.F. Saint Gobain	0.66	
VcT6-SG	0.67	1.13
VcT6-DM1-SG	0.67	1.06
VcT6-DM2-SG	0.68	2.57
VLam6+6-R.F.Vitro	0.84	
VLam6-DM1-V	0.92	9.14
VLam6-DM2-V	0.92	9.32
VLam4+4-R.F.Saint Gobain	0.94	
VLam6-DM1-SG	0.95	0.29
VLam6-DM2-SG	0.97	2.99
VRSplata6-R.F. Vitro	0.21	
VRSplata6-V	0.27	28.45
VRLplata6-R.F. Saint Gobain	0.2	
VRLplata6-SG	0.31	53.07
VRSazul6-R.F. Vitro	0.44	
VRSazul6-V	0.40	10.06
VRLazul6-R.F. Saint Gobain	0.39	
VRLazul6-SG	0.32	17.37

En la tabla 5.4 se presenta un ejemplo del cálculo efectuado, aplicando la metodología de la NOM-008-ENER-2001, a la edificación seleccionada, en la ubicación geográfica real de C.U. y considerando al vidrio claro 6 mm en la porción transparente de la envolvente. por ser el que más se parece a las condiciones reales de La Torre de la Rectoría de la UNAM, Para una aplicación más práctica de la metodología el ejemplo que se muestra está realizado con el formato anterior, pero respetando tanto la metodología como los valores de NOM-008-ENER-2001 para la edificación de referencia, en todos sus planos, en sus porciones opaca y transparente.

A la Tabla 4, se le ha dividido en seis apartados, del a) al f), para su explicación, y representan lo siguiente:

- (a) Ganancia por conducción en la edificación de referencia, $Q_{rc}(W)$,
- (b) Ganancia por radiación en la edificación de referencia, $Q_{rs}(W)$,
- (c) Ganancia por conducción en la edificación proyectada, $Q_{pc}(W)$,
- (d) Ganancia por radiación en la edificación proyectada, $Q_{ps}(W)$,
- (e) Ganancia total, $Q(W)$, en cada una de las dos edificaciones, como resultado de, la ganancia de calor por conducción, $Q_c(W)$ y la ganancia de calor por radiación, $Q_r(W)$, en cada una de las edificaciones.
- (f) Dictamen a la edificación proyectada: el criterio de aceptación es si la ganancia de calor a través de la envolvente de la edificación proyectada resulta menor o igual a la ganancia de calor a través de la envolvente de la edificación de referencia.

Tabla 5.4. Ejemplo de cálculo de NOM-008-ENER-2001

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE										Lugar: Distrito Federal.		
Material transparente: Vidrio: claro 6 mm Referencia del Fabricante "Vitro"										Edificio: Torre de Rectoría, UNAM		
EDIFICIO DE REFERENCIA:					EDIFICIO PROYECTADO:							
Ganancia por conducción					Ganancia por conducción							
Tipo y Orientación	K (W/m ² C)	Area (m ²)	Fracción	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)	Tipo y Orientación	K (W/m ² C)	Area (m ²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)		
Techo	0.391	503.14	0.95	32.00	1308.24	Techo	1.55	503.14	32.00	5459.07		
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	19.00	-898.41	Tragaluz y domo						
Muro norte	2.200	1480.00	0.60	20.00	-9768.00	Muro norte	2.94	743.64	20.00	-10931.51		
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	20.00	-15744.24	Ventana norte	4.85	736.36	20.00	-17855.04		
Muro este	2.200	1122.07	0.60	22.00	-4443.40	Muro este	3.30	471.31	22.00	-4665.97		
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	21.00	-9549.26	Ventana este	4.85	650.76	21.00	-12623.55		
Muro sur	2.200	1480.00	0.60	21.00	-7814.40	Muro sur	3.02	703.81	21.00	-8502.02		
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	21.00	-12595.39	Ventana sur	4.85	776.19	21.00	-15056.66		
Muro oeste	2.200	1389.47	0.60	21.00	-7336.40	Muro oeste	2.93	1094.84	21.00	-12831.52		
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	21.00	-11824.95	Ventana oeste	4.85	294.63	21.00	-5715.28		
(a) $Q_{rc}(W)=$					-78666.21	(c) $Q_{pc}(W)=$					-82722.48	
Ganancia por radiación					Ganancia por radiación							
Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	Fracción	FG W/m ²	CS*A*F*FG	Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	FG W/m ²	SE	CS*A*F*SE	
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	272	5816.30	Tragaluz y domo						
Ventana norte	1	1480.00	0.40	102	60384.00	Ventana norte	0.97	736.36	102	1.00	72855.46	
Ventana este	1	1122.07	0.40	140	62835.92	Ventana este	0.97	650.76	140	0.98	86605.74	
Ventana sur	1	1480.00	0.40	114	67488.00	Ventana sur	0.97	776.19	114	0.96	82397.85	
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	134	74475.59	Ventana oeste	0.97	294.63	134	1.00	38296.01	
(b) $Q_{rs}(W)=$					270999.81	(d) $Q_{ps}(W)=$					280155.06	
Presupuesto Energético:					Qc(W)	Qs(W)	(e) $Q(W)$					
Edificio de Referencia					-78666.21	270999.81	192333.60					
Edificio Proyectado					-82722.48	280155.06	197432.57					
(f) NO Cumple la NOM-008												

Consideraciones en el cálculo:

- o A la edificación de referencia, se le considera un área y volumen, en la envolvente, similar a la proyectada; con ajuste en cada una de los planos de la fachada a un 40 % en su porción transparente y un 60 % en su porción opaca; y en el techo de 5 % en la transparente y 95 % en la opaca, proporciones a las que en el formato se denominan fracciones; en el caso de la edificación proyectada a las fracciones transparentes y opacas en fachadas y techos se les reporta en su dimensión real, en este ejemplo, a La Torre de la Rectoría de la UNAM, como edificio seleccionado.

- La ganancia de calor por conducción, Q_c , —apartados **(a)** y **(c)**— considera a los factores: Coeficiente Global de Transferencia de Calor, en las fracciones transparentes y opacas de las diferentes planos de la fachada y el techo, y el diferencial de temperatura entre la temperatura de diseño interior y la exterior.
- El Coeficiente global de transferencia de calor, K , en la edificación de referencia, para las partes opacas es función de su ubicación geográfica y está determinada en la Norma para diferentes localidades en cada estado del país, en el Apéndice A de la Norma y forma parte del ANEXO A en este trabajo: para las partes transparentes, el Coeficiente global de transferencia de calor corresponde a $5.952 \text{ W/m}^2\text{K}$, en el tragaluz y $5.319 \text{ W/m}^2\text{K}$ en las ventanas. En la edificación proyectada el Coeficiente global de transferencia de calor debe ser calculado tanto para las porciones opacas como para las transparentes, de acuerdo al material propuesto en el proyecto, considerando para ello la conductividad térmica que reportan los fabricantes para cada uno de los materiales, que componen la porción opaca, y en la porción translúcida, de este ejemplo, se consideró al vidrio claro de 6 mm al que le corresponde el Coeficiente global de transferencia de global, K , de $4.85 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- La temperatura de diseño interior es de 25°C en todos los casos, y es la exterior la que varía, dependiendo de la ubicación geográfica, por lo que el diferencial, determina si en el flujo de calor se presentan ganancias o pérdidas al interior de la edificación. En este ejercicio, por este diferencial existen ganancias en la ubicación de Mexicali y pérdidas en la de Ciudad Universitaria.
- La ganancia de calor por conducción en la edificación proyectada, Q_{pc} , como en la edificación de referencia, Q_{rc} , se obtienen de acuerdo a las ecuaciones planteadas en los apartados 7.1.1. y 7.2.1. y en este ejemplo corresponde a -82722.48 W para la proyectada, y -78666.21 W para la de referencia, por lo que existen pérdidas de calor en la edificación proyectada del orden de 5.15%.
- La ganancia de calor por radiación, Q_s , es la suma de las ganancias por radiación a través de cada una de las porciones transparentes, como función de la transmitancia y absortancia que ingresa al espacio interno, expresada a través del Coeficiente de Sombreado. Para la determinación de Q_s , --apartados **(b)** y **(d)**-- se consideran las fracciones transparentes en fachadas y techo de las edificaciones de referencia y proyectada, en forma similar a la calculada para la Ganancia de calor por conducción; considerando los factores del Coeficiente de sombreado, CS , y la Ganancia de calor solar por orientación, FG .
- El Coeficiente de sombreado, CS , es la razón entre el calor solar que se gana a través de un vidrio específico y el calor solar que se gana a través de un vidrio claro de 3 mm de espesor, bajo idénticas condiciones; el Coeficiente de sombreado que para la edificación de referencia equivale al valor adimensional de 0.85 en el tragaluz y 1.0 en las ventanas; y en la edificación

proyectada corresponde al reportado por el fabricante, que en el ejemplo, que se explica, es de 0,97 para el vidrio claro 6mm del fabricante Vitro.

- La ganancia de calor solar por orientación, FG (W/m^2), es función de la ubicación geográfica del proyecto; y está determinada en el apéndice A de la Norma NOM-008-ENER-2001, y forma parte del ANEXO A de este trabajo, y es aplicable a las porciones transparentes del techo y de las fachadas, tanto en la edificación de referencia como en la proyectada; correspondiéndole en este ejemplo, en la ubicación del D.F., una ganancia de calor solar de $272 W/m^2$ para la porción translúcida del techo; $102 W/m^2$ para las ventanas al norte; $140W/m^2$ para las del este; $114 W/m^2$ para las del sur y $134 W/m^2$ para las del oeste.
- La ganancia de calor por radiación, Q_s , tanto en la edificación proyectada, Q_{ps} , como en la edificación de referencia, Q_{rs} , se obtienen de acuerdo a las ecuaciones planteadas en los apartados 7.1.2. y 7.2.2. en la NOM-008-ENER-2001, y en este ejemplo, los resultados se encuentran en los apartados (b) y (d), correspondiéndoles $270,999.81 W$, para la edificación de referencia y $280,155.06 W$ para la proyectada, lo que representan ganancias de calor en ambos casos y 3.37% mayor en la proyectada que en la de referencia.
- En el apartado (e) del ejemplo, se expresa la Ganancia total para cada una de las edificaciones, y considera a la ganancia de calor por conducción más la ganancia de calor por radiación, y que corresponden, en este ejemplo a $192,333.60 W$ para la edificación de referencia y $197,432.57 W$ para la proyectada.
- Una edificación proyectada aprueba la norma, si la ganancia de calor a través de su envolvente resulta menor o igual a la ganancia de calor a través de la envolvente de la edificación de referencia, de acuerdo al apartado 6.1 de la NOM-008-2001, por lo que en este ejemplo --apartado (f)—si en la Torre de la Rectoría de la UNAM, en el diseño de la porción transparente de su envolvente se considerara al vidrio claro, el proyecto no aprobaría la Norma Oficial Mexicana NOM 008-ENER-2001, debido a que el flujo de calor a través de ella rebasa en un 2.65% al flujo de la edificación de referencia, quedando el proyecto sujeto a un ajuste, a fin de disminuir la transferencia de calor y con el cual pueda igualar o disminuir el flujo de calor, a través de su envolvente, con respecto al edificio de referencia.

Aplicando la metodología de este ejemplo, a cada uno de los 34 materiales translúcidos descritos en las Tablas 2 y 3, considerándolos como alternativas para la porción transparente de la envolvente de la edificación de la Torre de la Rectoría de la UNAM, y en cada una de las dos ubicaciones seleccionadas, la primera en su ubicación real, en C.U., Distrito Federal, con clima templado y la segunda en la Cd. de Mexicali, con clima cálido seco extremo, a fin de obtener el cálculo del flujo de calor a través de la envolvente para cada uno de los 34 materiales translúcidos, resultados expresados como ganancia de calor total, en Watts, y sujetos a comparación con la ganancia de calor total, en Watts, en la edificación de referencia, para efecto del dictamen sobre si con cada uno de los

vidrios en la envolvente la edificación proyectada aprobaría la Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001. En el ANEXO A de este trabajo se presentan los 68 cálculos: 34 por cada una de las ubicaciones.

Los resultados para la ubicación, de la Edificación proyectada, en el Distrito Federal se presentan en la Tabla 5.5.

Tabla 5.5.- Ganancia de calor total (W) a través de la envolvente de las edificaciones de referencia y proyectada, en la ubicación del Distrito Federal.

Material translúcido		Ubicación: Ciudad Universitaria, D.F.		Aprueba NOM-008-ENER-2001
		Edificio de Referencia	Edificio Proyectado	
Núm.	Grupo por tipo y origen:	Ganancia de calor total (W)	Ganancia de calor total (W)	
Vidrio claro 3 mm				
1	Vcl3-Ref. Fabr. Vitro	192334	208265	NO
2	Vcl3-V	192334	202729	NO
3	Vcl3-DM1-V	192334	196952	NO
4	Vcl3-DM2-V	192334	196952	NO
5	Vcl3-Ref. Fabr. Saint Gobain	192334	211261	NO
6	Vcl3-SG	192334	208627	NO
7	Vcl3-DM1-SG	192334	205739	NO
8	Vcl3-DM2-SG	192334	182633	SI
Vidrio claro 6 mm				
9	Vcl6-Ref. Fabr. Vitro	192334	197433	NO
10	Vcl6-V	192334	192148	SI
11	Vcl6-DM1-V	192334	183483	SI
12	Vcl6-DM2-V	192334	183483	SI
13	Vcl6-Ref. Fabr. Saint Gobain	192334	200429	NO
14	Vcl6-SG	192334	200896	NO
15	Vcl6-DM1-SG	192334	186455	SI
16	Vcl6-DM2-SG	192334	195120	NO
Vidrio con tinte Gris				
17	Vct6-Ref. Fabr. Vitro	192334	116563	SI
18	Vct6-V	192334	111260	SI
19	Vct6-DM1-V	192334	114148	SI
20	Vct6-DM2-V	192334	114148	SI
21	Vct6-Ref. Fabr. Saint Gobain.	Sin k	Sin k	
22	Vct6-SG	192334	111361	SI
23	Vct6-DM1-SG	192334	111361	SI
24	Vct6-DM2-SG	192334	114249	SI
Vidrio laminado: claro 6 mm + claro 6mm				
25	VLam6-Ref. Fabr. Vitro	192334	159949	SI
26	VLam6-DM1-V	192334	182527	SI
27	VLam6-DM2-V	192334	182527	SI
28	VLam6-Ref. Fabr. Saint Gobain	Sin k	Sin k	
29	VLam6-DM1-SG	192334	191044	SI
30	VLam6-DM2-SG	192334	196820	NO
Vidrio reflejante plata				
31	VRflplata6 Ref.Fabr.Vitro	192334	-9528	SI
32	VRflplata 6-V	192334	-5597	SI
33	VRflplata6 Ref.Fabr.Saint Gobain	192334	-16575	SI
34	VRflplata 6-SG	192334	6198	SI

De los resultados de la Tabla 5.5 es posible observar lo siguiente:

- 1.- En el caso de la aplicación del ejercicio en la Cd. de Mexicali, el comportamiento térmico al interior de una edificación también se ve modificado, al variarse los materiales que conforman

a la envolvente, aún en el caso de vidrios similares, como en el caso de los vidrios a los que se les evaluaron sus propiedades físicas, ópticas y térmicas ^{Barrios, P, 2001.}

2.- En este ejercicio se puso a prueba el valor experimental, obtenido por medición ^{Barrios, P, 2001.} de las propiedades ópticas y térmicas en muestras de los vidrios seleccionados, y reportados en las Tablas 2 y 3 y que corresponden a los valores diferentes a los de las Referencias de los Fabricantes, observándose que su variación en las propiedades repercute en el cálculo del flujo de calor a través de la envolvente en la siguiente forma:

- a. En el grupo del vidrio claro de 3 mm, la variabilidad observada en el resultado del flujo de calor es de un 5% en los vidrios del Fabricante Vitro y de 14% en los del Fabricante Saint Gobain;
- b. En el grupo del vidrio claro 6 mm, la variabilidad observada es de 7% para los vidrios de ambos Fabricantes, Vitro y Saint Gobain;
- c. En el grupo del vidrio entintado gris, la variabilidad en los resultados es de hasta un 5% en los vidrios entintados y en el caso de los del Fabricante Saint Gobain no es posible establecer la relación, por falta de valores reportados del Fabricante.
- d. En el grupo de los vidrios laminados, la variabilidad en el resultado es de 14% menor al que se obtiene con el valor de referencia del Fabricante, y en el caso de Fabricante Saint Gobain no es posible establecer la relación, por falta de valores reportados del Fabricante.
- e. En el grupo de vidrios reflejantes plata, la variabilidad observada es de 41.26% en el caso de Vitro y de 137% en el Fabricante Saint Gobain.

Por lo anterior, en el caso de los vidrios entintados existe una mayor certidumbre de que el valor del flujo de calor considerado en el cálculo del presupuesto energético de la Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001 tendrá un valor parecido en la edificación, por lo que el gasto energético tendrá también una certidumbre; pero en el caso del uso de vidrios reflejantes, su alta variabilidad en sus propiedades se refleja en el cálculo del flujo de calor, por lo que a pesar de la aplicación de la NOM-008-ENER-2001 no se podría tener la certidumbre de la verdadera transferencia de calor, y en consecuencia esto repercutiría en el cálculo del gasto energético.

3.-En función del comportamiento térmico observado ante diferentes tipos de vidrio, la edificación de la Torre de la Rectoría no aprobaría la norma si en las porciones transparentes tuviese vidrio de tipo claro en 3 ó 6 mm, con los valores de la literatura de los fabricantes que son los que sirven de base para el cálculo del flujo de calor a través de la envolvente en la Norma Oficial Mexicana, NOM-008-ENER-2001; sin embargo, sí aprobaría la misma si en su

envolvente se utilizara como material transparente a los vidrios de tipo entintado o laminado o reflejante.

Los resultados obtenidos de la aplicación de la NOM-008-ENER-2001 a la edificación de la Torre de la Rectoría de la UNAM, en la ubicación de Mexicali, BCN, se presentan en la Tabla 5.6.

Tabla 5.6. Ganancia de calor total (W) a través de la envolvente de las edificaciones de referencia y proyectada, en la ubicación de Mexicali, BCN.

Material translúcido	Ubicación: Mexicali, BCN		Aprueba NOM-008-ENER-2001
	Edificio de Referencia Ganancia de calor total (W)	Edificio Proyectado Ganancia de calor total (W)	
Grupo por tipo y origen:			
Núm. Vidrio claro 3 mm			
1 Vcl3-Ref. Fabr. Vitro	360388	464949	NO
2 Vcl3-V	360388	458725	NO
3 Vcl3-DM1-V	360388	452748	NO
4 Vcl3-DM2-V	360388	452748	NO
5 Vcl3-Ref. Fabr. Saint Gobain	360388	467827	NO
6 Vcl3-SG	360388	464579	NO
7 Vcl3-DM1-SG	360388	461590	NO
8 Vcl3-DM2-SG	360388	437679	NO
Vidrio claro 6 mm			
9 Vcl6-Ref. Fabr. Vitro	360388	452256	NO
10 Vcl6-V	360388	445776	NO
11 Vcl6-DM1-V	360388	436809	NO
12 Vcl6-DM2-V	360388	436809	NO
13 Vcl6-Ref. Fabr. Saint Gobain	360388	455134	NO
14 Vcl6-SG	360388	454656	NO
15 Vcl6-DM1-SG	360388	439712	NO
16 Vcl6-DM2-SG	360388	448678	NO
Vidrio con tinte Gris			
17 Vct6-Ref. Fabr. Vitro	360388	368570	NO
18 Vct6-V	360388	362108	NO
19 Vct6-DM1-V	360388	365097	NO
20 Vct6-DM2-V	360388	365097	NO
21 Vct6-Ref. Fabr. Saint Gobain.	Sin k	Sin k	
22 Vct6-SG	360388	362005	NO
23 Vct6-DM1-SG	360388	362005	NO
24 Vct6-DM2-SG	360388	364993	NO
Vidrio laminado: claro 6 mm + claro 6mm			
25 VLam6-Ref. Fabr. Vitro	360388	413338	NO
26 VLam6-DM1-V	360388	437788	NO
27 VLam6-DM2-V	360388	437788	NO
28 VLam6-Ref. Fabr. Saint Gobain	Sin k	Sin k	
29 VLam6-DM1-SG	360388	446906	NO
30 VLam6-DM2-SG	360388	452883	NO
Vidrio reflejante plata			
31 VRSplata6 Ref.Fabr.Vitro	360388	212270	SI
32 VRSplata 6-V	360388	243916	SI
33 VRLplata6 Ref.Fabr.Saint Gobain	360388	213538	SI
34 VRLplata 6-SG	360388	255624	SI

1.- El comportamiento térmico al interior de una edificación se modifica al variarse los materiales que conforman a la envolvente, aún en el caso de vidrios similares, como en el caso de los vidrios a los que se les evaluaron sus propiedades físicas, ópticas y térmicas ^{Barrios,} P, 2001.

2.- En esta aplicación del ejercicio, al igual que en el del D.F., se puso a prueba el valor experimental, obtenido por medición ^{Barrios, P, 2001.} de las propiedades ópticas y térmicas en muestras de los vidrios seleccionados, y reportados en las Tablas 2 y 3, y que corresponden a los valores diferentes a los de las Referencias de los Fabricantes, observándose que su variación en las propiedades repercute también en el cálculo del flujo de calor a través de la envolvente, aunque en diferente forma, en función de la ubicación geográfica:

- a. En el grupo del vidrio claro de 3 mm, la variabilidad observada en el resultado del flujo de calor es de un 3% en los vidrios del Fabricante Vitro y de 6% en los del Fabricante Saint Gobain;
- b. En el grupo del vidrio claro 6 mm, la variabilidad observada es de 3% para los vidrios de ambos Fabricantes, Vitro y Saint Gobain;
- c. En el grupo del vidrio entintado gris, la variabilidad en los resultados es la menor de los vidrios seleccionados, un 2% en los del Fabricante Vitro. En el caso de los del Fabricante Saint Gobain no es posible establecer la relación, por falta de valores reportados del Fabricante.
- d. En el grupo de los vidrios laminados, la variabilidad en el resultado es de 6% y menor al que se obtiene con el valor de Referencia del Fabricante; y en el caso del Fabricante Saint Gobain no es posible establecer la relación, por falta de valores reportados del Fabricante.
- e. En el grupo de los vidrios reflejantes plata, la variabilidad observada es menor que la observada en la aplicación de la Cd. de México: 15% en el caso de Vitro y 20% en el del Fabricante Saint Gobain y menor también que el resultado con las referencias de los Fabricantes, lo que es contrario a lo observado en la Cd, de México.

La variabilidad observada en la aplicación a Mexicali es diferente a la de la Cd. de México, pero en ambos casos, en los vidrios entintados existe una mayor certidumbre de que el valor del flujo de calor considerado en el cálculo del presupuesto energético de la Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001 tendrá un valor parecido en la edificación, por lo que el gasto energético tendrá también mayor certidumbre; pero en el caso del uso de vidrios reflejantes, aunque es menor la variabilidad en la Cd. de Mexicali que en la Cd. de México, también es alta: 15 y 20%, lo que su alta variabilidad en sus propiedades se refleja en el cálculo del flujo de calor, por lo que a pesar de la aplicación de la NOM-008-ENER-2001 no se podría tener la certidumbre de la verdadera transferencia de calor, y en consecuencia esto repercutiría en el cálculo del gasto energético requerido.

3.-El aspecto más importante de este ejercicio es el de observar el que a través de la Normatividad al uso de la Energía si existe una limitación, por medio de la Edificación de Referencia, ya que en función del comportamiento térmico observado ante diferentes tipos de

vidrio, la edificación de la Torre de la Rectoría no aprobaría la norma si en las porciones transparentes tuviese vidrio de tipo claro en 3 ó 6 mm, con los valores de la literatura de los fabricantes que son los que sirven de base para el cálculo del flujo de calor a través de la envolvente en la Norma Oficial Mexicana, NOM-008-ENER-2001; sin embargo, sí aprobaría la misma si en su envolvente se utilizara como material transparente de los vidrios de tipo entintado o laminado o reflejante.

Como conclusión de este primer ejercicio, la Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001 nos ha permitido observar la variación en el comportamiento térmico de la edificación, como función de la variación de los materiales que constituyen a la envolvente y cómo ésta se ve además alterada por el aspecto climático; asimismo, considerar la incertidumbre que se genera en el cálculo del flujo de calor, por la variabilidad en los valores de las propiedades físicas –ópticas y térmicas- de los vidrios, y que impiden tener una confiabilidad en la verdadera transferencia que se tendría en la edificación y en consecuencia conocer las ganancias y/o pérdidas de calor y el cálculo para su ajuste, como en el caso de los vidrios reflejantes, al presentar una alta variabilidad, lo que hace ser a la porción transparente más vulnerable tanto en la transferencia de calor como en su certidumbre en algunos de los vidrios.

Por último, la diferencia en el presupuesto energético en el edificio de referencia entre las dos ubicaciones, de 87%, es menor a la del edificio proyectado entre las dos ubicaciones, que rebasa en todos los casos el 100% de diferencia, lo cual nos habla de una mayor conservación de energía en el edificio de referencia o una mejor eficiencia en su uso.

5.2.1.1.2. Segundo ejercicio de aplicación de la metodología de la NOM-008-ENER-2001.

En este segundo ejercicio, se consideró la aplicación de la Metodología de la Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001, para evaluar **sólo** la Transferencia de Calor a través de la envolvente de la Torre de la Rectoría de la U.N.A..M., seleccionada como la edificación proyectada, en cuanto a sus porciones opacas y transparentes, para lo cual se considera a ambas porciones en la misma proporción, a fin de ser comparable el flujo de calor a través de cada una de ellas.

En cuanto a las características de la envolvente, se tomó en consideración los siguientes aspectos:

Edificación Proyectada:

1. En cada uno de los planos de la envolvente: Techo, Muro al Norte, Muro al Este, Muro al Sur y Muro al Oeste, se respetaron las dimensiones reales, pero para poder comparar el comportamiento térmico de la porción opaca contra el de la porción transparente, se consideró en cada uno de los planos el 50 % como porción opaca y el 50 % como porción translúcida.

2. Se seleccionaron a diferentes vidrios para la porción translúcida que permitieran contar con una variabilidad en el flujo de calor, eligiéndose al vidrio claro, al laminado doble claro en 6mm y al entintado en gris 6 mm, de acuerdo a los valores reportados por su fabricante Vitro, por presentar menor variabilidad en sus valores con respecto a los medidos en forma experimental, y no se consideraron a vidrios del tipo reflejante, por la alta variabilidad en sus valores ópticos y térmicos, lo que induce a una alta incertidumbre y afectaría la comparación entre las dos porciones.
3. El espesor de los vidrios seleccionados, se decidió por el de 6 mm en los claros y entintado, que son los espesores más comunes; incluyéndose al vidrio claro de 3 mm por considerarse a éste, una referencia en la ganancia de calor de los demás vidrios y además al laminado en espesor de 6mm+6 mm que es el que el Fabricante Vitro reporta en su literatura técnica, aunque se cuentan con muestras experimentales con láminas claras 3mm + 3 mm, no se les consideró, por la variabilidad que existe entre los vidrios claros;
4. En lo que corresponde a la porción opaca, en cada uno de los planos, de la edificación proyectada se determinó su Conductancia ($K [W/m^2C]$) o Coeficiente Global de Transferencia de calor.
5. Se evalúa la Transferencia de calor por conducción para las porciones opaca y translúcida, a fin de compararla por el mismo mecanismo en cada uno de los planos de la envolvente.
6. Se evalúa la ganancia de calor (W) entre las porciones opaca y translúcida en cada uno de los planos, considerando en la opaca sólo el mecanismo de conducción y en la translúcida tanto el de conducción como el de radiación.

Edificación de Referencia:

Dado el criterio de comparación, se realiza el cálculo de la Edificación de Referencia, pero no se consideran sus resultados, por no coincidir las proporciones opaca y translúcida de cada uno de los planos, de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001, por lo que no lo hace comparable.

Las estimaciones de la transferencia de calor solar al interior de la Torre de la Rectoría se presentan en el Anexo A, de acuerdo a las características señaladas en los puntos anteriores con la aplicación de la Metodología de la Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001, y el concentrado de datos se presentan como ganancia de calor, (W) en la tabla 5.7 y se analizan para cada uno de los cinco planos de la Edificación proyectada a continuación, considerándose en cada uno de ellos la comparación entre la transferencia de calor por conducción y la total entre la opaca, por conducción, y la translúcida, por conducción y por radiación:

Tabla 5.7.- Ganancia de calor en Watts/m²°C a través de las porciones opaca y translúcida de la envolvente de la Torre de la Rectoría en la UNAM.

Plano de la Envolvente	Transferencia de Calor	Porción Opaca			Porción translúcida				Relación:		Relación:	
		Superficie (m ²)	K W/m ² °C	Carga térmica (Watts)	Superficie (m ²)	K W/m ² °C	CS	Carga Térmica (Watts)	Transferencia de calor: Conducción Opaca Vs Translúcida		Transferencia de calor total Cond. Vs Cond + Radiación Opaca Vs Translúcida	
Techo	Conducción	251.57	1.27	2729.53	251.57	V cl3 4.92 Vcl6 4.85 Vct6 4.85 Vlam. 4.84		-7422.87 -7319.99 -7319.99 -7311.00	1 1 1 1	3 3 3 3		
Techo	Radiación	251.57			251.75		V cl3 1.01 Vcl6 0.97 Vct6 0.69 Vlam. 0.84	69111.31 66374.23 47214.66 57478.71			1 1 1 1	23 22 15 18
Muro Norte	Conducción	740.00	2.94	-10878.00	740.00	V cl3 4.92 Vcl6 4.85 Vct6 4.85 Vlam. 4.84		-18195.48 -17943.30 -17943.30 -17921.24	1 1 1 1	2 2 2 2		
Muro Norte	Radiación	740.00			740.00		V cl3 1.01 Vcl6 0.97 Vct6 0.69 Vlam. 0.84	76234.8 73215.6 52081.2 63403.2			1 1 1 1	5 5 3 4
Muro Este	Conducción	561.00	3.30	-5553.90	561.00	V cl3 4.92 Vcl6 4.85 Vct6 4.85 Vlam. 4.84		-11035.31 -10882.37 -10882.37 -10868.99	1 1 1 1	2 2 2 2		
Muro Este	Radiación	561.00			561.00		V cl3 1.01 Vcl6 0.97 Vct6 0.69 Vlam. 0.84	79325.4 76183.8 54192.6 65973.6			1 1 1 1	12 12 8 10
Muro Sur	Conducción	740.00	3.02	-8939.20	740.00	V cl3 4.92 Vcl6 4.85 Vct6 4.85 Vlam. 4.84		-14556.38 -14354.64 -14354.64 -14336.99	1 1 1 1	2 2 2 2		
Muro Sur	Radiación	740.00			740.00		V cl3 1.01 Vcl6 0.97 Vct6 0.69 Vlam. 0.84	85203.6 81829.2 58208.4 70862.4			1 1 1 1	8 8 5 6
Muro Oeste	Conducción	695.00	2.93	-8145.40	695.00	V cl3 4.92 Vcl6 4.85 Vct6 4.85 Vlam. 4.84		-13671.20 -13481.72 -13481.72 -13465.15	1 1 1 1	2 2 2 2		
Muro Oeste	Radiación	695.00			695.00		V cl3 1.01 Vcl6 0.97 Vct6 0.69 Vlam. 0.84	94061.3 90336.1 64259.7 78229.2			1 1 1 1	10 9 6 8

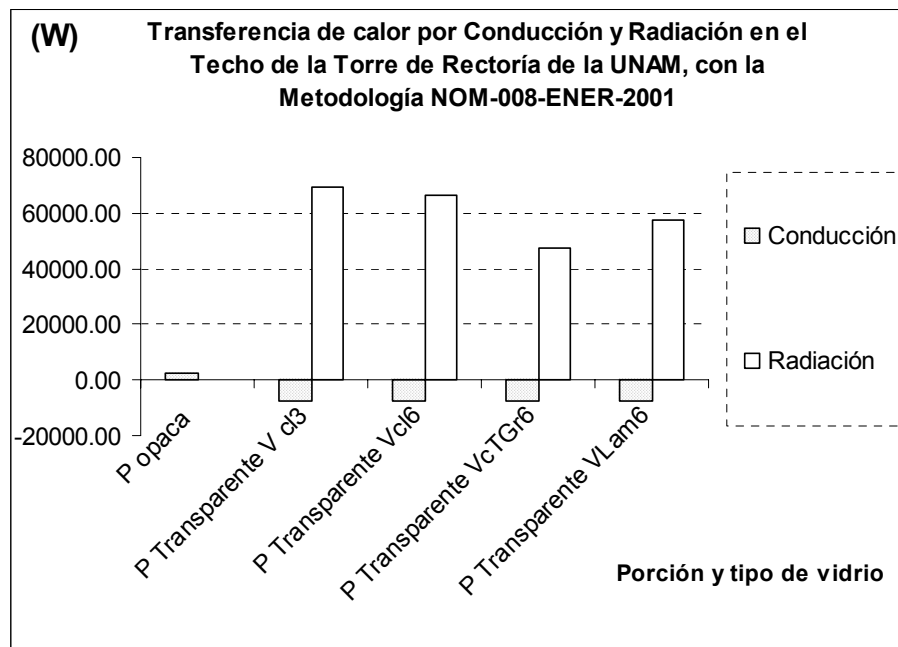
En la Tabla 5.7 se concentran, para comparación, los resultados de la ganancia de calor (W) en las porciones opaca y translúcida en cada uno de los planos de la envolvente de la edificación de la Torre de la rectoría de la UNAM, considerada como proyectada, reportándose la transferencia de calor por conducción y radiación: de conducción en ambas porciones y de radiación sólo en la porción translúcida para cada uno de los materiales de vidrio seleccionados, así como los valores del Coeficiente global de transferencia de calor y Coeficiente de sombreado, utilizados para la transferencia de calor por conducción y radiación respectivamente.

A continuación, como análisis de resultados para cada uno de los planos se describen las relaciones que se encuentran entre las porciones opaca y translúcida para los diferentes planos de techo y muros en sus diferentes orientaciones.

Techo:

En el caso del Techo de la Torre de la Rectoría, en la Transferencia de Calor por Conducción para la porción opaca, de superficie de 251.57 m² de concreto armado, se tiene una carga térmica de 2,729.53 W y para una superficie similar translúcida la carga térmica es de: -7422.87 W para el vidrio claro de 3 mm; de 7319.99 para el vidrio claro de 6 mm y entintado de 6 mm, por tener un coeficiente de transferencia de calor muy similar; y de 7311,00 para el Vidrio laminado 3+3 mm, lo que representa una mayor transferencia por conducción a través del vidrio que a través de la porción opaca en una relación translúcido Vs opaca de 3 : 1 (Gráfica 5.10).

En el caso de la Transferencia de Calor por Radiación, para una superficie de 251.57 m² la transferencia de calor en Watts es de 69,111.31, de 66374.23, de 47,214.66 y de 57478.71 para los vidrios claros de 3 y 6 mm, para el entintado de 6 mm y el laminado de 6 mm respectivamente (Gráfica 5.10).



Gráfica 5.10. Transferencia de Calor en el Techo de la Torre de Rectoría, UNAM.

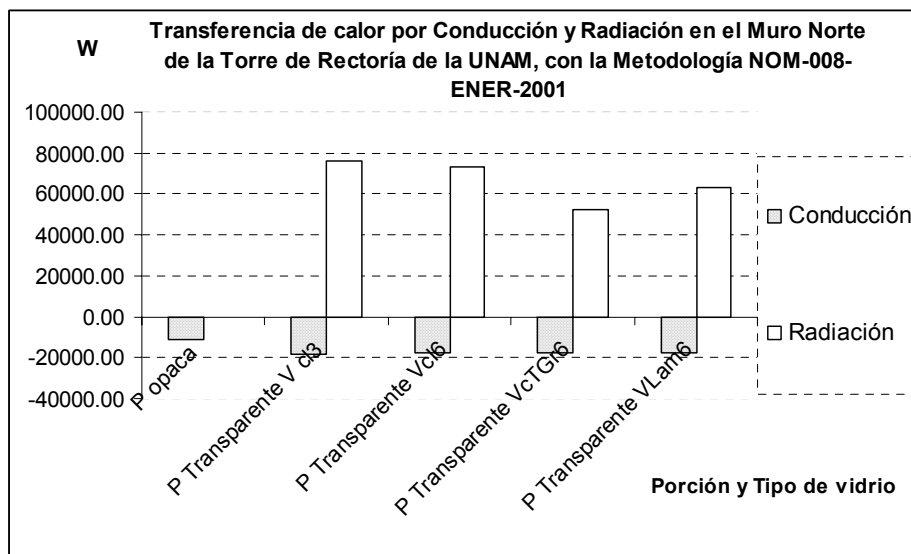
Elaboración propia, del análisis del ejercicio.

En la comparación entre la ganancia total (W) entre las porciones opaca y translúcida, considerando los mecanismos de conducción y de radiación, se tiene una ganancia de calor en la translúcida con respecto a la opaca en un rango de 23, 22, 15 y 18 veces mayor, con el uso, en la porción translúcida de la envolvente, de los vidrios claro 3 mm, claro 6 mm, con tinte gris 6 mm y laminado 6, con respecto al aporte de la porción opaca.

Muro al Norte:

En el caso del Muro al Norte en la Torre de la Rectoría, la Transferencia de Calor por Conducción para la porción opaca, de superficie de 740 m² de concreto armado, se tiene una carga térmica de -10878 W y para una superficie similar translúcida, la transferencia de calor por conducción es de: -18195.48 W para el vidrio claro de 3 mm; de -17,943.30 watts para los vidrios claros de 6 mm y en el entintado de 6 mm, y de -17921.24 W para el laminado de 6 mm, como función del diferencial térmico entre el exterior y el interior, y el valor del Coeficiente Global de Transferencia de Calor, lo que representa una mayor transferencia por conducción a través del vidrio que a través de la porción opaca en una relación translúcido Vs opaca de 2 : 1 (Gráfica 5.11).

En el caso de la Transferencia de Calor por Radiación, para una superficie de 740 m² de material translúcido, la transferencia de calor en W es de 76,234.80 para el vidrio claro de 3 mm, de 73,215.60 para el vidrio claro de 6 mm, de 52,081.20 para el vidrio entintado de 6 mm y de 63403.20 para el vidrio laminado de 6 mm (Gráfica 5.11)



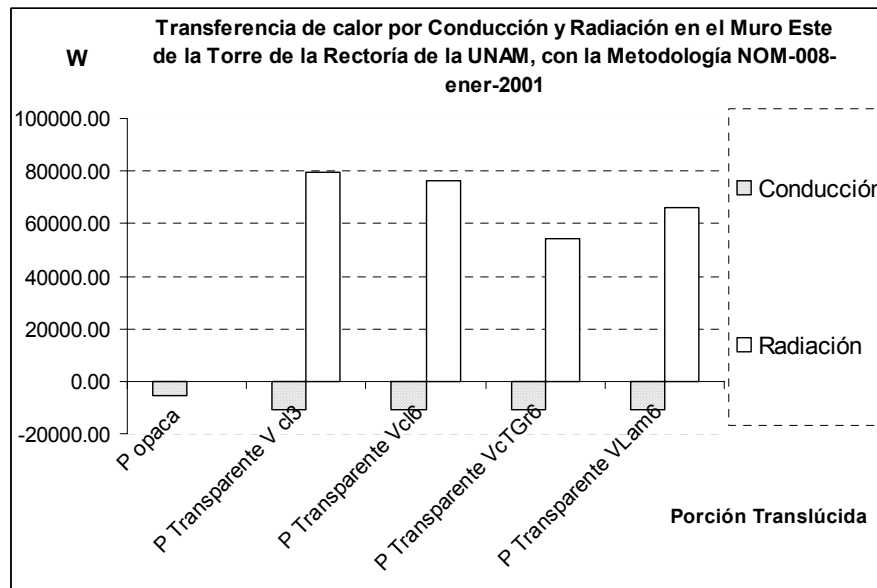
Gráfica 5.11. Transferencia de Calor en el Muro Norte en la Torre de la Rectoría de la UNAM.
Elaboración propia, del análisis del ejercicio.

En la comparación entre la ganancia total (W) entre las porciones opaca y translúcida, considerando los mecanismos de conducción y de radiación, se tiene una ganancia de calor en la translúcida con respecto a la opaca en un rango de 5, 5, 3 y 4 veces superior, con respecto al aporte de la porción opaca, con el uso, en la porción translúcida de la envolvente, de los vidrios claro 3mm, claro 6mm, con tinte gris 6mm y laminado 6+6 mm respectivamente.

Muro al Este:

En el Muro al Este de la Torre de la Rectoría , la Transferencia de Calor por Conducción, la podemos observar en la grafica 12: para la porción opaca, con superficie de 561 m² de concreto armado, se tiene una carga térmica de -5553.90 W y para una superficie similar translúcida, la ganancia de calor por conducción es de: -11035.31 W, para el vidrio claro de 3 mm; de -10,882.37 W para los vidrios claro de 6 mm y el entintado de 6 mm, y de -10,868.99 W para el laminado de 6 mm; lo anterior, como función del diferencial de temperatura entre el exterior y el interior, y el Coeficiente Global de Transferencia de Calor, lo que representa una mayor transferencia por conducción a través del vidrio que a través de la porción opaca en una relación translúcido Vs opaca de 2 : 1 (Gráfica 5.12).

Con respecto a la Transferencia de Calor por Radiación, para una superficie translúcida de 561 m² es de 79325.4 W para el vidrio claro de 3 mm; de 76183.8 W para el vidrio claro de 6 mm, de 54192.6 W para el vidrio entintado de 6 mm y de 65,973.6 W para el vidrio laminado de 6+6 mm. (Gráfica 5.12).



Gráfica 5.12 Transferencia de Calor en el Muro al Este en la Torre de Rectoría de la UNAM.

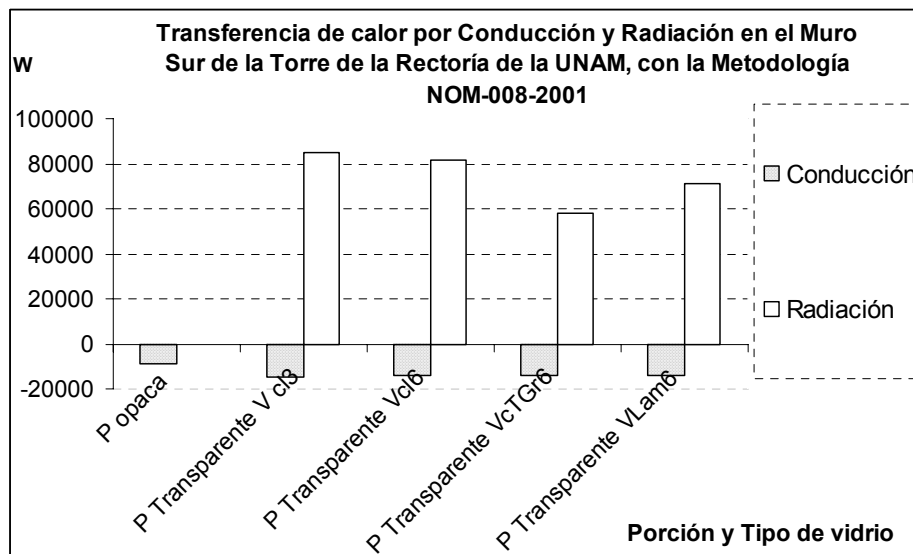
Elaboración propia, del análisis del ejercicio.

En la comparación entre la ganancia total (W) entre las porciones opaca y translúcida, considerando los mecanismos de conducción y de radiación, se tiene una ganancia de calor en la translúcida con respecto a la opaca en un rango de 12, 12, 8 y 10 veces superior, con respecto al aporte de la porción opaca, con el uso en la porción translúcida de la envolvente, de los vidrios claro 3mm, claro 6mm, tinte gris 6mm y laminado 6 + 6mm respectivamente.

Muro al Sur.

En el Muro al Sur de la Torre de la Rectoría, la Transferencia de Calor por Conducción, la podemos observar en la gráfica 13: para la porción opaca, con superficie de 740 m² de concreto armado, se tiene una carga térmica de -8939.20 W y para una superficie similar translúcida de -14,556.38 W para el vidrio claro de 3 mm; de -14,354.64 W para los vidrios claros de 6 mm y el vidrio entintado de 6 mm; y de -14,336.99 W para el vidrio laminado de 6+ 6 mm; lo anterior, como función del diferencial de temperatura entre el interior y el exterior y el valor del Coeficiente Global de Transferencia de Calor, lo que representa una mayor transferencia por conducción a través del vidrio que a través de la porción opaca en una relación translúcido Vs opaca de 2 : 1.

Con respecto a la Transferencia de Calor por Radiación, para una superficie de 740 m² la transferencia de calor en W es de 85203.60 para el vidrio claro de 3 mm, de 81829.2 para el vidrio claro de 6 mm, de 58208.4 W para el vidrio entintado de 6 mm y de 70862.4 W para el vidrio laminado de 6 mm (Gráfica 5.13).



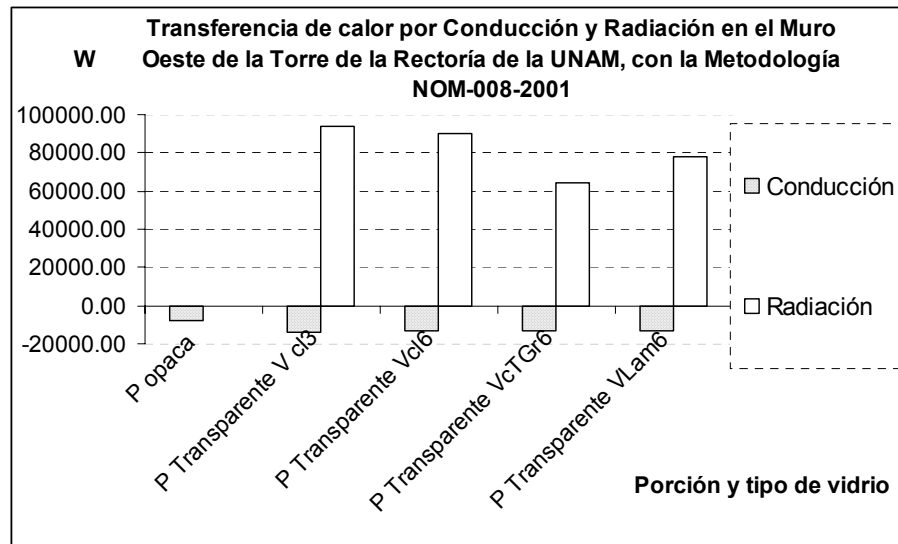
Gráfica 5.13. Transferencia de calor a través del Muro al Sur en la Torre de la Rectoría de la UNAM.
Elaboración propia, del análisis del ejercicio.

En la comparación entre la ganancia total (W) entre las porciones opaca y translúcida, considerando los mecanismos de conducción y de radiación, se tiene una ganancia de calor en la translúcida con respecto a la opaca en un rango de 8, 8, 5 y 6 veces superior, con respecto al aporte de la porción opaca, con el uso en la porción translúcida de la envolvente, de los vidrios claro 3mm, claro 6mm, tinte gris 6mm y laminado 6 + 6 mm respectivamente.

Muro al Oeste:

En el Muro al Oeste de la Torre de la Rectoría la Transferencia de Calor por Conducción, la podemos observar en la Gráfica 14: para la porción opaca, con superficie de 695 m² de concreto armado, se tiene una carga térmica de -8145.40 W y para una superficie similar translúcida la transferencia de calor por conducción es de: -13,671.20 W para el vidrio claro de 3 mm; de -13,481.72 Watts para los vidrios claros de 6 mm y el entintado de 6 mm, y de -13,465.15 W para el laminado de 6 mm, esto, como función del diferencial de temperatura entre el interior y el exterior y el valor del Coeficiente Global de Transferencia de Calor, lo que representa una mayor transferencia por conducción a través del vidrio que a través de la porción opaca en una relación translúcido Vs opaca de 2 : 1.

Con respecto a la Transferencia de Calor por Radiación, para una superficie de 695 m² la transferencia de calor en W es de 94061.30 para el vidrio claro de 3 mm, de 90336.10 para el vidrio claro de 6 mm, de 64259.70 W para el vidrio entintado de 6 mm y de 78229.2 W para el vidrio laminado de 6 mm,

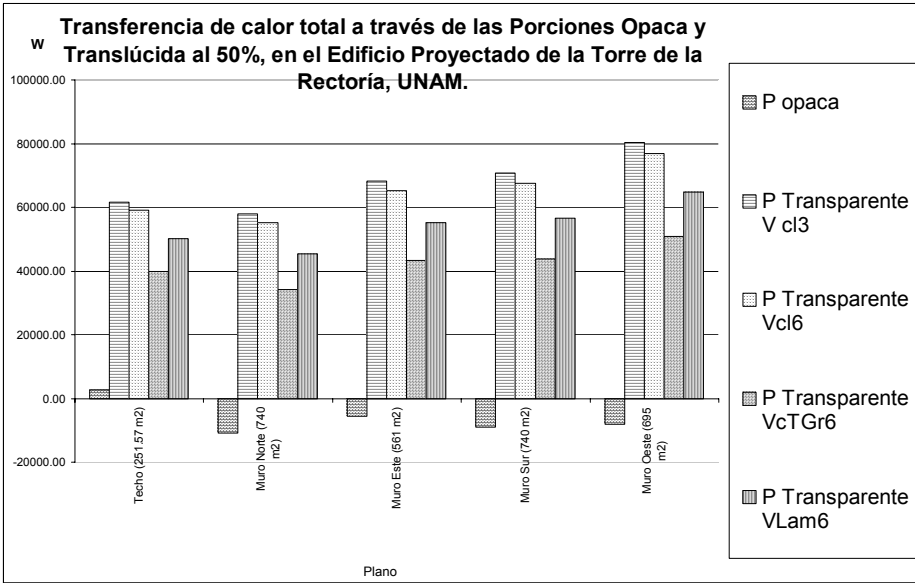


Gráfica 5.14. Transferencia de calor a través del Muro al Oeste en la Torre de la Rectoría de la UNAM.

Elaboración propia, del análisis del ejercicio.

En la comparación entre la ganancia total (W) entre las porciones opaca y translúcida, considerando los mecanismos de conducción y de radiación, se tiene una ganancia de calor en la translúcida con respecto a la opaca en un rango de 10, 9, 6 y 8 veces superior, con respecto al aporte de la porción opaca, con el uso en la porción translúcida de la envolvente, de los vidrios claro 3mm, claro 6mm, tinte gris 6mm y laminado 6 + 6 mm respectivamente.

En la Tabla 7 se concentran los datos de la transferencia de calor por conducción y radiación y en la Gráfica 5.15 se presenta la comparación entre la ganancia total (W) para la porción opaca y translúcida en cada una de las planos de la edificación proyectada, con la aplicación de la Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001, y de estos resultados es posible concluir, que la Transferencia de Calor por Conducción a través de la porción translúcida en la envolvente es siempre superior, con respecto a la porción opaca, con relaciones de 3:1 para el techo y de 2:1 para los muros; y que la Ganancia de Calor por Radiación a través de la porción translúcida en la envolvente es siempre superior, con respecto a la porción opaca, con relaciones que llega a ser hasta 23 veces superiores, y que difieren en función de la orientación de cada plano y del tipo de vidrio y espesor utilizado en la porción translúcida; por lo que con base en los resultados, no sólo se ratifica lo que en la bibliografía se conoce sobre la mayor ganancia a través de la porción translúcida, sino que se cuantifica para una edificación en nuestro país, ante condiciones ambientales similares para el D.F., mostrándose la gran vulnerabilidad a la ganancia de calor de la porción translúcida de la envolvente, y que incide en forma muy importante en el gasto energético.



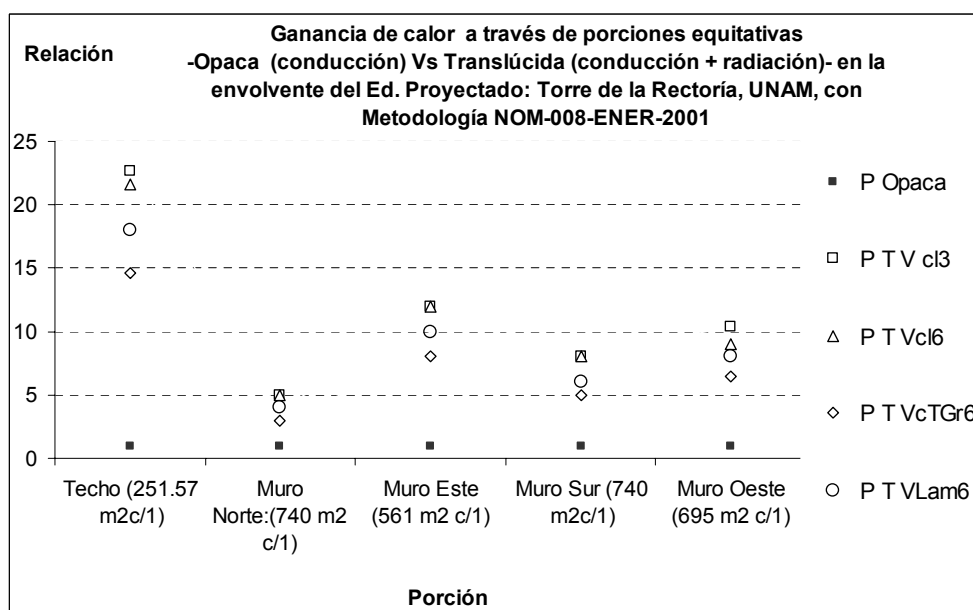
Gráfica 15.- Relación en la ganancia de calor total en los diferentes planos de la envolvente de la Torre de la Rectoría de la UNAM.

El objetivo planteado en el segundo ejercicio de aplicación de la NOM-008-ENER-2001, de cuantificar y comparar la sensibilidad a la ganancia de calor entre las porciones opaca y translúcida, ambas en proporciones equitativas, de la envolvente del edificio seleccionado como el proyectado, no sólo para confirmar lo que de las referencia bibliográficas se conocen, sino para sensibilizarnos ante lo que esto significa: la ganancia de energía a través del material translúcido al ser altamente significativa para el espacio interno, permitirá o no que un espacio sea habitable, y en caso de que no lo sea, su ajuste requerirá de un alto gasto de energía por concepto de climatización, aspecto vinculado con la parte siguiente de este trabajo y objeto de estudio.

5.3. Simulación del comportamiento de la porción translúcida de la envolvente.

5.3.1. Impacto térmico de la porción translúcida.

En la Tabla 5.7 y en las Gráficas 5.15 y 5.16 se presentan las relaciones en la transferencia de calor, por conducción y radiación, a través de las porciones opaca y translúcida en áreas de igual magnitud, aplicando la metodología de la Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001, y considerando en la parte transparente a los vidrios en 6 mm de espesor de tipo claro, entintado en gris y laminado 6+6 mm, así como al vidrio de 3 mm claro como referencia.



Gráfica 5.16.- Relación en la ganancia de calor en los diferentes planos de la envolvente de la Torre de la Rectoría de la UNAM.

Elaboración propia del ejercicio de aplicación.

De las relaciones obtenidas, en cuanto a la ganancia de calor total, es posible observar, de menor a mayor ganancia (Tabla 5.7) que la menor diferencia entre la ganancia de calor de la porción translúcida con respecto a la opaca es en el plano al norte, con relaciones que van de 1: 3 a 1:5; siguiendo la del plano al sur, con relaciones de 1:5 a 1:8; en las relaciones al este y al oeste se incrementa la diferencia, siendo mayor en la primera, aunque lo esperado sería que fuese mayor la del oeste, y la mayor diferencia entre la ganancia de calor entre las porciones opaca y translúcida corresponde al plano del techo, por una mayor incidencia del plano a la radiación. En todos los casos, en las relaciones por plano, entre los vidrios seleccionados la que presenta la menor diferencia en relación a la porción opaca es la del vidrio entintado, siguiendo la ganancia a través del vidrio laminado, y las que presentan la mayor ganancia, como se esperaba, es en los vidrios claros de 6 y de 3 mm.

Con base en los ejercicios previos, sobre la aplicación de la Norma NOM-008-ENER-2001 se ha mostrado que el comportamiento térmico al interior de una edificación es diferente si se modifica el tipo de material translúcido, además, que para un mismo tipo de vidrio el comportamiento térmico se modifica por efecto de una variación climática, y la cuantificación a la vulnerabilidad, de la porción translúcida, a la transferencia de calor, lo cual, en función del medio ambiente representa ganancias o pérdidas para la edificación.

La envolvente de las edificaciones ha sufrido una transformación por el uso del vidrio, el cual junto con los metales ha desplazado a otros materiales de construcción con más tradición, como la piedra o el ladrillo, al grado de aparentar la envolvente ser sólo de vidrio, como un símbolo de modernidad y de éxito —de diversa índole—, y presente en todo el mundo, sin importar aspectos como la ubicación geográfica, las diferencias climáticas, el desarrollo económico del país, ni los requerimientos biológicos de los usuarios, ni la dependencia energética que estos edificios tienen con respecto de los combustibles fósiles, por la energía que requieren.

En caso de que la temperatura, al interior de los espacios en las edificaciones, esté fuera del rango biológico requerido, la solución utilizada para su compensación, en el pasado y aún desafortunadamente en el presente, ha sido el uso de sistemas mecánicos de acondicionamiento climático, lo que ha exigido el empleo de más energía, eléctrica principalmente; lo que además de incrementar el consumo energético en la operación de la edificación, ha aportado ganancias térmicas adicionales tanto al ambiente interno como al externo de las edificaciones —por una natural ineficiencia de los sistemas mecánicos en el aprovechamiento de la energía y en consecuencia una liberación de energía, en forma de calor generalmente en el sitio en el que se utiliza, pero calor más materia en el sitio en el que se genera —, participando con esto al incremento de temperatura, observado en las ciudades, fenómeno denominado como “Islas de calor”, y que por razones obvias es mayor en las zonas donde hay más edificaciones.

Con el uso intensivo y extensivo del vidrio en la envolvente de las edificaciones se ha provocado un incremento muy importante en la transferencia del calor a través de la misma, tanto como, lo que significa ganancias, al interior del espacio arquitectónico, o pérdidas de calor, de él hacia el medio ambiente, muy significativas con respecto a la transferencia de calor a través de los materiales opacos, en los cuales hay una mayor conservación de energía, como se observa en los resultados de la aplicación de la Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001 en la Tabla 5.7.

Por la generación de la energía en general requerida en las edificaciones, en todas sus etapas, el PICC ha estimado a las mismas, como las responsable de un porcentaje importante en el aporte de gases efecto invernadero —22 % del total de las emisiones y de un 32 % por CO₂— por la quema del combustible fósil, por ejemplo en la generación de

energía eléctrica, y considerando que el CO₂ es el principal gas invernadero del cambio climático global, esta situación representa un ciclo de retroalimentación negativo: las edificaciones con una baja eficiencia energética, como podrían ser las edificaciones que cuentan con una proporción de vidrio importante en su envolvente, sin una protección, y/o no tener un diseño adecuado, necesitan un mayor aporte energético para compensar la transferencia de calor, por lo cual se generan emisiones de gases invernadero que promueven un mayor calentamiento, lo que propicia una mayor transferencia de calor hacia la edificación a través de la porción translúcida y esta transferencia térmica presiona a un mayor consumo de energía.

Por ser la porción transparente de la envolvente a través de la cual se capta la mayor ganancia de calor al interior de la edificación, es a esta porción a la que en la Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001 se le limita por medio del flujo de calor en la edificación de referencia al considerársele proporciones transparentes de 5% en el techo, como domo o tragaluz, y de un 40% en cada uno de los planos de los muros, lo cual puede también interpretarse como el considerar a la porción opaca en un 95% en el techo, y que es el plano de la envolvente que más impacto tiene en la ganancia de calor por su exposición, y 60% en cada uno de los planos de los muros en cualquier orientación, y con ello limitar la ganancia de calor al interior de la edificación, con la finalidad de obtener un ahorro de energía por un menor gasto de la misma.

Con la finalidad de tener un mayor conocimiento sobre el gasto energético y el comportamiento térmico en vidrios, en este apartado se mostrará, con apoyo de la simulación computacional, el comportamiento que una envolvente tiene en diferentes puntos de nuestro país, contemplando, para su comparación a diversos materiales translúcidos, en su parte transparente, y a cada uno de ellos, en diferentes proporciones, con la finalidad de conocer su comportamiento térmico en forma integral, tanto por el tipo de vidrio, por la diferencia en el aspecto climático, y por la extensión de área translúcida, situación que se agudiza por el hecho de que las edificaciones se concentran en las ciudades y estas presentan un gradiente térmico importante con respecto a las áreas rurales, en todos los tipos de clima, pero con una mayor necesidad energética en climas de tipo cálido.

5.3.2. Simuladores computacionales de Eficiencia Térmica en Edificaciones

Por la importancia que representa el gasto energético en las edificaciones, los programas computacionales que simulan el comportamiento térmico han tenido un desarrollo importante como herramienta para conocer a través de la información que proporcionan la representación de la edificación y poder incidir en la toma de decisiones desde la etapa de diseño.

En este trabajo a la simulación térmica en edificaciones no se le utiliza como herramienta para la realización de algún diseño específico, sino para conocer el comportamiento térmico de cada uno de los vidrios que se seleccionan para la porción transparente de la envolvente, y en proporciones variables, así como el conocer el comportamiento ante diferentes climas en la República Mexicana y tener elementos para conocer la relación de este comportamiento con el gasto energético requerido.

En este apartado se analizará el gasto energético que se tiene en un espacio, supuesto, y ubicado en tres climas diferentes representativos en nuestro país, ante la presencia en su envolvente de diferentes tipos de vidrio,

La simulación térmica computacional, permite la modelación térmica de una edificación. La simulación se obtiene utilizando programas a los cuales se les proporciona datos de factores como los que a continuación se describen:

- **Ubicación geográfica**, y con la cual el programa de la base de datos obtiene información como:
 - Latitud
 - Altitud
 - Radiación
 - Clima
 - Temperatura horaria
 - Humedad relativa horaria
- **Diseño del espacio**, con información como:
 - Orientación de cada uno de los planos
 - Estructura de cada uno de los planos
 - Ubicación de los diferentes elementos en la envolvente, tanto opacos como transparentes.
 - Composición de los elementos de la envolvente, tanto opacos como transparentes, en caso de no ser la porción homogénea.
 - Propiedades térmicas de los materiales opacos y translúcidos
 - Propiedades ópticas de los materiales opacos y translúcidos.
 - Propiedades ópticas de los materiales translúcidos que no están presentes en los materiales opacos, como lo es la transmitancia.
 - Equipo de climatización
 - Características, como lo es la eficiencia a la que trabajan.
 - Mobiliario, con sus características específicas.
 - Equipo que requiere aporte de energía y sus características, por ser esta una fuente de calor.
 - Organización de la estructura interior y de estos elementos:
 - Propiedades térmicas de los materiales opacos y translúcidos

- Propiedades ópticas de los materiales translúcidos

➤ **Requerimientos de los usuarios:**

- Horario de uso del espacio que se está diseñando
- Temperatura de diseño interior requerida, en función de las características metabólicas de los usuarios, de su edad y sexo, así como del tipo de trabajo a realizar.
- Ventilación
- Iluminación requerida

El objetivo principal de la simulación térmica es el de apoyar al diseño de un espacio, a fin de que se cubran los requerimientos del usuario y con un uso eficiente de la energía, por lo que la información que el simulador estima es la siguiente:

- El gasto energético que se requerirá por sistema de climatización, a fin de lograr la temperatura de diseño requerida por el usuario,. El gasto energético por climatización varía a lo largo del año en función del comportamiento térmico de la envolvente, el cual a su vez es función de factores como la composición, constituida por materiales con propiedades ópticas y térmicas específicas, así como la proporción que de cada uno de los materiales constituyan a la envolvente; de factores externos con los que la envolvente interactúa como son las características climatológicas y meteorológicas y el flujo de radiación electromagnética solar en la ubicación del diseño; así como de la eficiencia del equipo de sistema de climatización.
- El gasto energético que se requerirá por iluminación a fin de lograr la requerida por el usuario, en función de la iluminación natural que del exterior ingresa, en el rango del visible, en función de la orientación de los planos, de la ubicación de las porciones de material translúcido en la envolvente, de la proporción que en cada uno de los planos se tiene y de las propiedades ópticas de los mismos ante la radiación incidente.
- La información energética se vincula con la económica, con lo que es posible establecer la relación Costo/Beneficio durante la operación de la edificación, que es la etapa de mayor duración en una edificación y poder optimizarla con ahorros tanto energéticos como económicos,

Los simuladores computacionales, al utilizar valores horarios en los diferentes parámetros, modelan más una situación real —en comparación a métodos en los que se utilizan valores promedio mensuales—, por lo que reducen la incertidumbre o incrementan la confiabilidad.

Un diseño eficiente de la envolvente es muy importante porque satisface una necesidad humana legítima, la de habitabilidad, y también considera la reducción en el consumo de energía, principalmente de tipo fósil, que permita una mitigación de gases efecto invernadero, además de amortiguar impactos de otra índole para el usuario, como son los de tipo

económico, psicológico —por un menor stress térmico— y cultural entre otros. Como un apoyo a un diseño eficiente de la envolvente están disponibles diferentes programas de simulación de edificaciones, todos ellos con el objetivo común de un uso eficiente de energía. La mayor parte de ellos tiene su origen en la actividad académica de las Universidades, de todo el mundo, y principalmente en los países desarrollados, y los mismos se validan por medio de su aplicación y de los resultados que se obtienen.

Los algoritmos son la base de cualquier programa de simulación, y la sencillez o dificultad en el método matemático utilizado definen su aplicación o utilidad, ya que algunos de ellos son tan complejos que su uso esta enfocado al ámbito de la investigación, y entre estos tenemos a Trnsys, DOE-2 y Energy Plus.

Algunos simuladores presentan una menor dificultad o una mayor sencillez, al tener la alternativa de un uso simplificado, pero que tienen la opción de un uso más complejo o avanzado, por la posibilidad de acceder a sus librerías de datos y tener con ello un mayor control en el sistema que se está simulando, o que al vincularse con otros programas de simuladores, podrían ser considerados como un tipo de simulador de complejidad intermedia, por contar con ventajas adicionales a su sencillez.

La validación de un simulador es indispensable, pues determina la validez o confiabilidad en sus resultados y considerando que todos los simuladores térmicos de eficiencia energética en edificaciones por tener el mismo objetivo logran resultados con una relativa similitud, y ante la necesidad de conocer sobre el comportamiento del simulador, se ha hecho necesario e importante el desarrollo de programas que lo validen, por lo que otra alternativa válida en la simulación es la de someter a los simuladores térmicos a una validación externa ante programas que tienen esa función.

5.3.3. Simulador seleccionado para evaluar el Gasto Energético: HEED

El objetivo general a lograr en la simulación de este trabajo es la cuantificación del gasto energético por climatización, a través de la envolvente del espacio diseñado, ante diferentes materiales translúcidos y en proporciones variables, desde ausente hasta totalmente translúcido, en ubicaciones geográficas distintas y con clima diferente en cada una, representativo en nuestro país y vinculado a un gasto energético importante.

El objetivo general ya enunciado, se subdivide en cuatro específicos, para su mejor comprensión y control, y son los siguientes:

1. Cuantificar el gasto energético por concepto de climatización, en enfriamiento y calentamiento, en el espacio diseñado, objeto de estudio.

2. La cuantificación del gasto energético, en el espacio diseñado a través de su envolvente, ante diferentes tipos de vidrio con diferencias en sus propiedades físicas: térmicas y ópticas.
3. La cuantificación del gasto energético, a través de la envolvente del espacio diseñado, ante diferentes tipos de vidrio —punto 2— en proporciones variables en la envolvente, desde una ausencia hasta totalmente translúcido, como en las edificaciones con envolvente “de cristal”.
4. La cuantificación del gasto energético, a través de la envolvente del espacio diseñado, ante diferentes materiales translúcidos en proporciones variables desde ausente hasta totalmente translúcido —punto 3—, en ubicaciones geográficas distintas, con clima específico y diferente, en cada una de ellas y que sean representativas en nuestro país, a fin de comparar los diferentes comportamientos.

Para el logro del objetivo general se seleccionan 57 diferentes tipos de vidrio y en cada uno se decide realizar diversas simulaciones que permitan cubrir la porción translúcida desde inexistente hasta totalmente translúcida, y someter este arreglo, en simulaciones con una ubicación geográfica en la República Mexicana que sea representativa de los climas cálidos en su modalidad seca y húmeda, así como en el templado, por lo que se considera que el número de simulaciones que se requiere realizar es superior a 1700, lo que representa un volumen de trabajo importante pero necesario para cubrir el objetivo general.

En la selección del simulador para cubrir el objetivo general, a través de los 4 objetivos parciales, fue necesario estimar los recursos disponibles principalmente de tiempo y equipo disponible y de estos principalmente el factor tiempo para poder cubrir el trabajo establecido y que el equipo fuese el adecuado con los requerimientos del programa computacional, por lo cual, en esta evaluación se descartaron a los simuladores complejos como el Trnsys, por considerarse que por su complejidad en su manejo, y el tiempo que se requería para cada una de las simulaciones no permitiría cubrir el número de simulaciones que se requerían, de acuerdo al objetivo.

Por la necesidad de realizar el elevado número de simulaciones en el tiempo y equipo disponible, que permitiera conocer el comportamiento térmico del material vítreo en la porción translúcida, de la envolvente de un espacio diseñado, se seleccionó al Simulador HEED (Home Energy Efficient Design), desarrollado por la Universidad de California, UCLA y las Empresas Southern California y Constructive Technologies, el cual tiene como objetivo el logro de ahorro tanto de energía como económico para los usuarios de las edificaciones, pero que tiene como limitante el contar con datos climatológicos para aplicación en el área de E.E.U.U en su versión básica o sin modificar.

Heed, Home Energy Efficient Design es un Programa de Simulación del Comportamiento Térmico en las Edificaciones. El programa HEED fue desarrollado por La Universidad de

California, UCLA, y está basado en programación JAVA y C++, utilizando Ingeniería del Programa Solar-5, también desarrollado en la UCLA. En la simulación, el cálculo térmico se considera horario durante los 365 días, por lo que genera 8760 datos por cada simulación, y toma en consideración las diferentes condiciones ambientales a lo largo del año —y no sólo días críticos—, para reportar tanto el gasto energético que requiere la edificación diseñada como el costo económico que representa el consumo de energía, el cual se descartó por corresponder a condiciones diferentes a las de nuestro país.

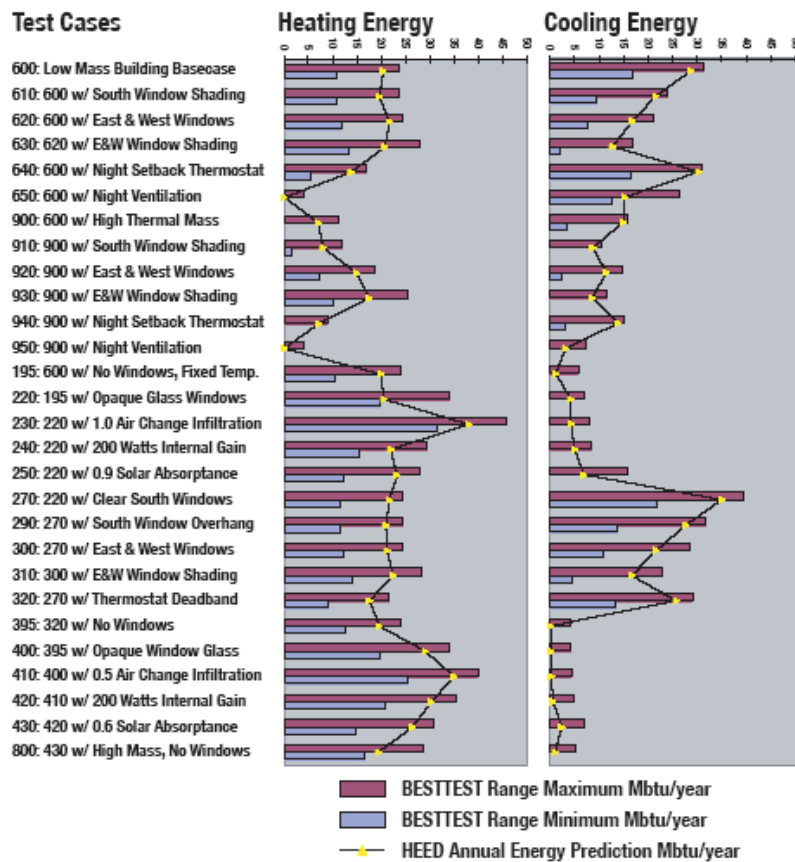
El programa HEED es considerado como un programa de simulación sencilla o amigable, que corre bajo el ambiente Windows y que tiene dos alternativas de aplicación:

- 1) **Aplicación Básica:** la cual es el uso del programa con la información que proporciona al diseñador o usuario en relación a las ubicaciones que ofrece en todo el país, y en los diferentes climas en Estados Unidos, con materiales translúcidos predeterminados, como son el vidrio claro monolítico; el vidrio claro doble con cámara de aire; el vidrio doble claro con Low E y con la opción en la cámara de tener aire o argón; y en cuanto a vidrios entintados el monolítico; el vidrio entintado doble con recubrimiento de LowE y cámara de aire y finalmente una combinación de vidrio entintado y vidrio reflejante con recubrimiento LowE y cámara de aire. De estos vidrios están establecidos como valores predeterminados los del Coeficiente global de transferencia de calor; el de la Ganancia de calor solar y el de la Transmitancia en el visible
- 2) La **Aplicación Avanzada**, es la segunda alternativa, por lo que ya no se utiliza ni las ubicaciones ni el material transparente predeterminado, y en esta se tienen las siguientes características:
 - a) Se interrelaciona el programa HEED con otros programas de simulación o con las bases de datos internacionales, como la base internacional de vidrios del Lawrence Berkley National Laboratory, y en el caso de vidrios que no estén contemplados en esta base acepta el entrar a la simulación, en la versión avanzada, en la etapa de introducción de datos e introducir los valores de material vítreo que no está contemplada por el LBNL, como por ejemplo los del fabricante de vidrio Vitro en nuestro país. Con esta opción en el acceso a la aplicación avanzada, la posibilidad de diseñar con material vítreo la envolvente se amplía y se conserva el control sobre el origen o fabricación del material vítreo elegido, que fue una de las condiciones que se consideró necesaria en este trabajo, a fin de vincular los resultados con tipos de vidrio identificados.
 - b) El programa HEED se interrelaciona con bases internacionales de datos climatológicos de tipo TMY, que es lo que interesa en este trabajo, ya que se tiene como objetivo conocer el comportamiento

energético de distintos vidrios específicos en envolventes de edificaciones ubicadas en diferentes sitios y con clima específico cada uno de ellos.

La validación de un programa que simula aspectos de comportamiento térmico es necesaria para tener una menor incertidumbre o una mayor confiabilidad en los resultados obtenidos. El programa HEED ha sido sometido a validación por medio del programa ASHRAE/ BESTEST, el cual ha evaluado a Simuladores Térmicos, entre ellos a ESP, DOE-2, BLAST & SERIRES, TRANSYS y HEED.

En la evaluación se contempla la energía requerida para la climatización, enfriamiento y calentamiento de espacios diseñados, que es precisamente el aspecto que se requiere en el presente trabajo. En la evaluación, a los simuladores se les somete a 28 pruebas, con el objeto de mostrar la habilidad para simular diferentes situaciones como son masa térmica alta o baja, las cargas internas, los rangos de infiltración, los colores en las superficies, las áreas de porciones translúcidas, la orientación de ventanas, las propiedades de vidrios, etc., obteniendo en estas pruebas, el simulador HEED, un rango aceptable de simulación, como puede verse en la gráfica 17, en la que se compara contra el rango del programa que evalúa BESTEST, y los resultados están dentro del rango tanto en calentamiento como en enfriamiento, parámetros que se consideran esenciales en la aplicación del presente trabajo.



Gráfica 5.17. Comportamiento de la validación del simulador HEED con el programa BESTEST

En la simulación con el programa HEED se dio especial importancia a la porción translúcida de la envolvente del espacio diseñado, por ser el vidrio el objeto de estudio en el que se centra el interés de este trabajo y por la importancia que tiene en la transferencia de calor a través de la envolvente de la edificación y su impacto ambiental en el gasto energético.

En la selección del vidrio se contempló como condición el que se identificara su origen o fabricante, así como la proporción en el área de la envolvente, a pesar de las múltiples transformaciones que en ella se realizaran, a fin de integrar los resultados, por lo que las simulaciones realizadas para cubrir el objetivo planteado fueron en total 1713, lo que nos permite conocer el comportamiento térmico de un espacio habitable ante 57 diferentes tipos de vidrios —en la envolvente—, en diferentes proporciones desde una transparencia inexistente hasta una cobertura totalmente translúcida y en tres ciudades de nuestro país, detallándose a continuación la Metodología empleada.

5.3.3.1. Zonas de estudio:

Se seleccionan tres diferentes Ciudades en nuestro país, cada una de ellas con clima específico: una con Clima Templado, otra con Clima Cálido Húmedo , y una tercera con Clima Cálido Seco, considerando en esta selección la importancia del gasto de energía por el aspecto climático, y las zonas de estudio es en ciudades, ya que es en el ámbito urbano en el que la presencia de edificaciones es importante y por ello impactante; en el que la densidad de habitantes es mayor que en el ámbito rural y esta población urbana “habita” en forma permanente las edificaciones, ya sea para trabajar o como hogar”; y por ser las ciudades donde la dinámica en el flujo de energía genera las condiciones para fenómenos como “las islas de calor”.

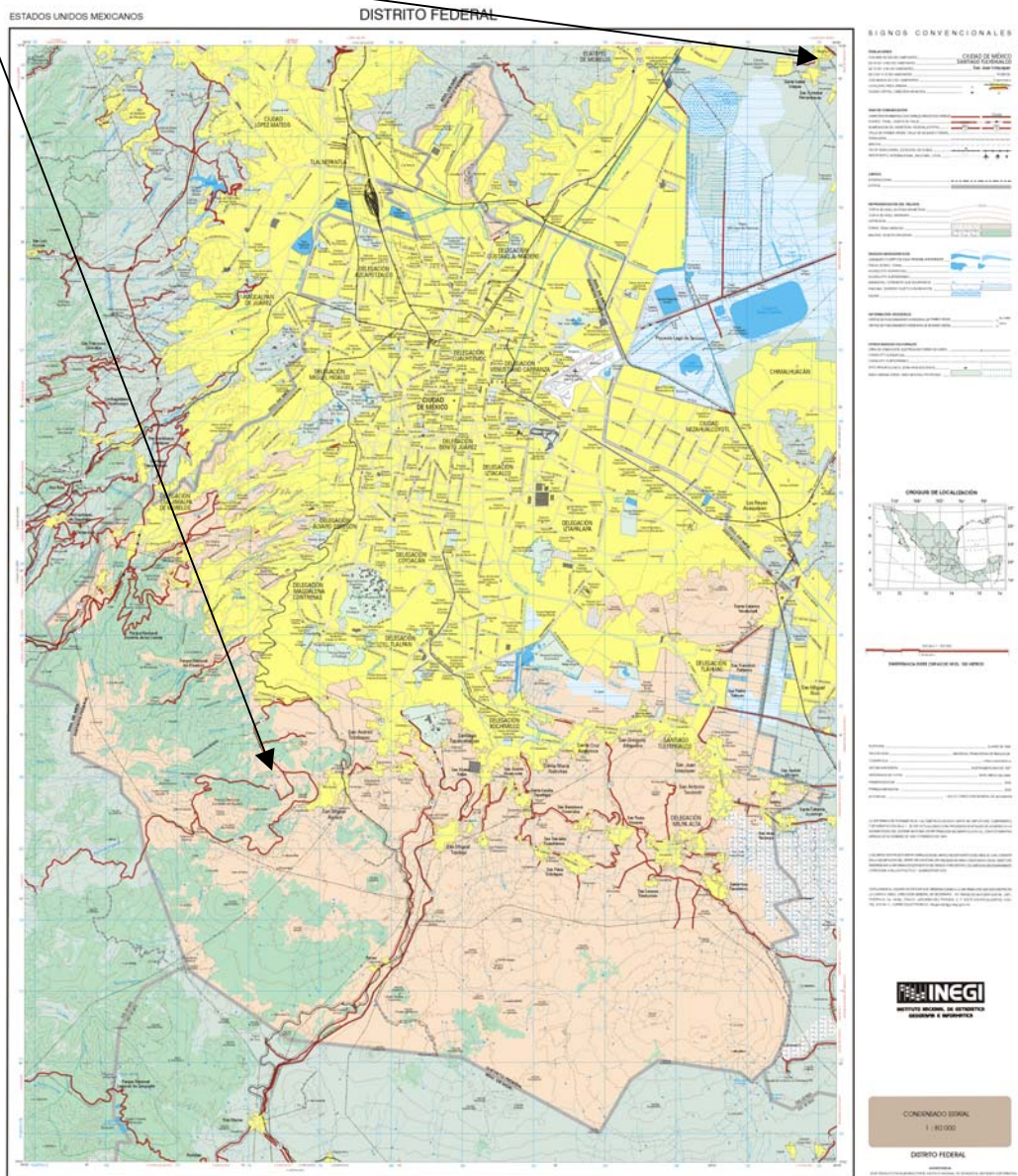
Las ciudades seleccionadas para este trabajo son:

- La Zona Metropolitana de la Ciudad de México, como la ubicada en una región de clima templado.
- La de Acapulco, Gro., como la ciudad representante por su ubicación del Clima Cálido Húmedo.
- La de Mexicali, B.C.N., como la ciudad representante por su ubicación del clima Cálido Seco.

En las ciudades seleccionadas el consumo de energía eléctrica en edificaciones es importante.

A continuación se describirán aspectos relacionados con las características físicas de cada una de las ciudades seleccionadas, así como de la energía eléctrica que se consume en la región, para conocer el ambiente externo del espacio que se somete a simulación, que se describe en forma posterior y que constituyen los datos básicos que se introducen en el programa de simulación. Finalmente se presentan los resultados de las múltiples simulaciones en cada uno de las ciudades y su análisis.

Cd. México García E. e INEGI



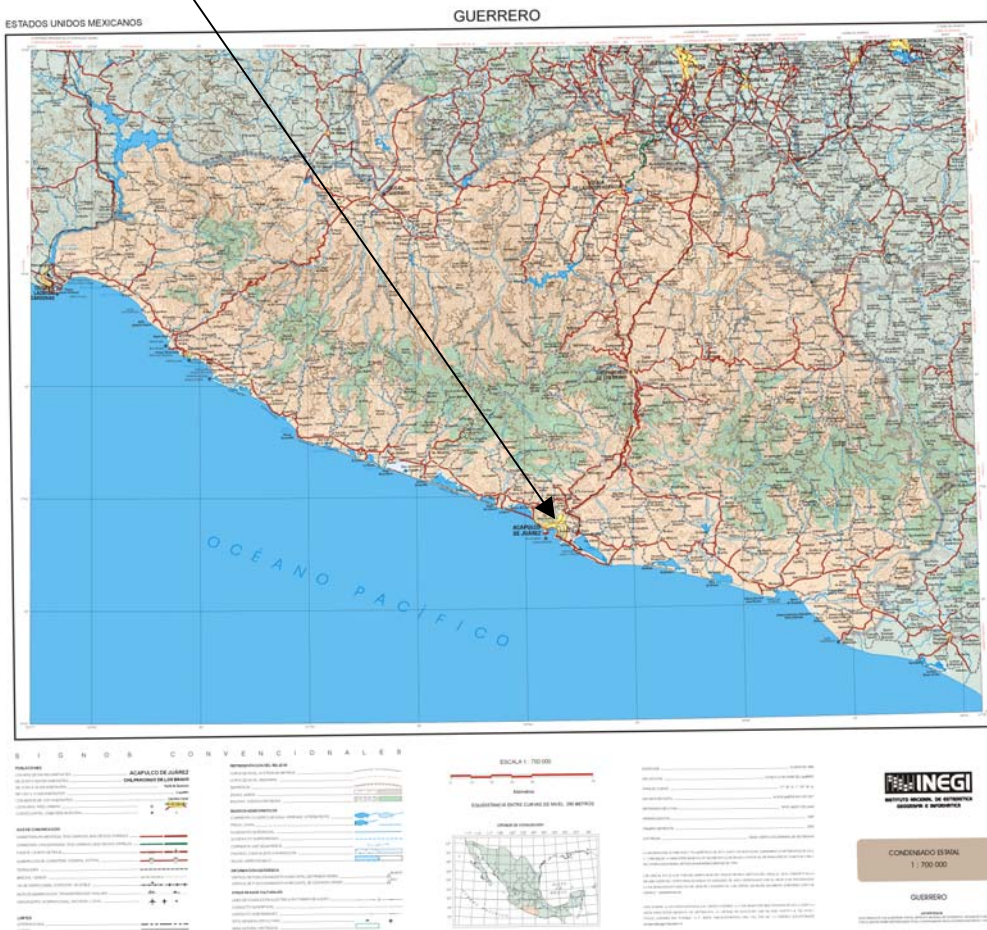
Características geográficas y climatológicas:

Ciudad de México (Tacubaya)
 Lat: 19°24'
 Long: 99°12'
 Alt: 2309msnm

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
Temp (°C)	12.5	14.0	16.4	17.4	17.7	17.0	15.9	15.9	15.7	14.8	13.6	12.6	15.20
PP	8.2	5.9	10.7	24.3	54.4	129.4	166.2	156.9	137.2	53.2	13.5	6.1	766.0

P/T	% P Inv	Osc	Tipo clima
50.0	3.2	5.2	Cb(w)(w)(i [^])

B. Acapulco García E. e INEGI



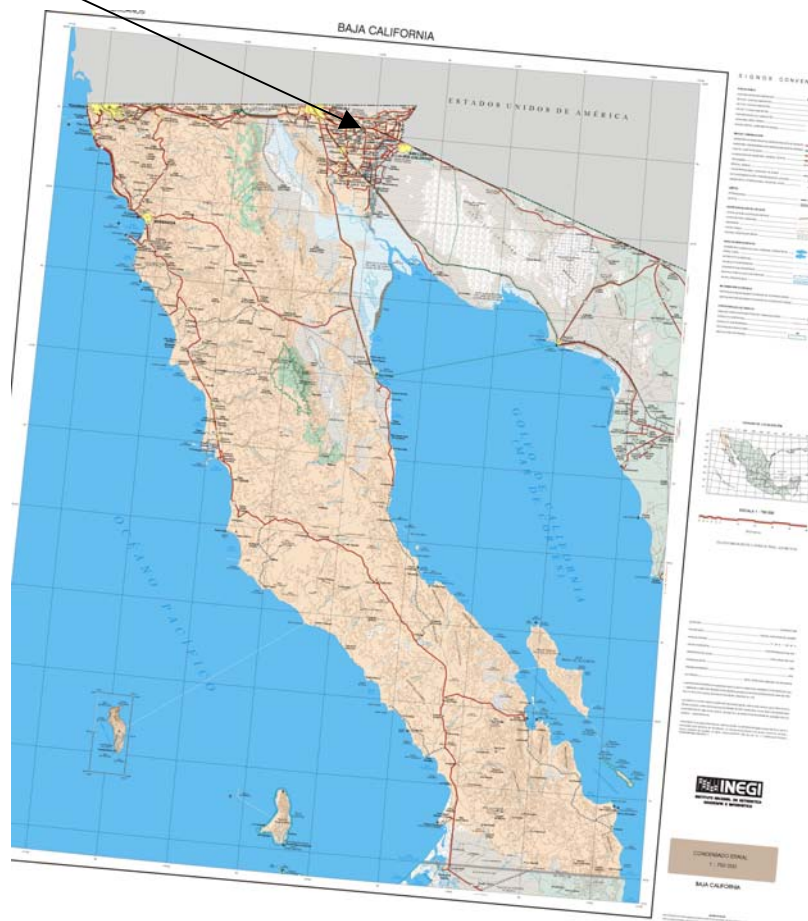
Características geográficas y climatológicas:

Ciudad de Acapulco
 Lat: 16°50'
 Long: 99°56'
 Alt: 3msnm

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
Temp (oC)	26.0	26.3	26.7	27.2	28.5	28.4	28.6	28.6	27.9	27.9	27.5	26.6	27.5
PP	9.0	0.8	0.7	2.7	30.7	309.0	220.4	248.4	330.3	163.5	37.7	7.2	1360.3

P/T	% P Inv	Osc. Térmica anual:	Tipo clima
49.4	0.7	2.6	Aw(w)iw"

Cd. Mexicali: García, E. e INEGI



Características geográficas y climatológicas:

Ciudad de Mexicali
 Lat:32o33'
 Long:115o25'
 Alt:4msnm

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
Temp (°C)	12.0	14.5	17.2	20.9	24.5	29.1	32.7	32.4	29.3	23.5	16.6	12.7	22.1
PP	10.7	8.1	4.0	3.0	0.6	0.8	2.8	11.7	9.2	7.8	7.2	12.8	78.7

P/T	% P Inv	Osc.Térmica anual:	Tipo clima:
3.5	28.9	20.7	BW(h')hs(x')(e')

De los datos presentados cabe destacar el que corresponde a la oscilación térmica, la cual en el caso del Distrito Federal es de 5.1°C; en Acapulco es de 2.6°C y en Mexicali de 28.9°C. y estos datos corresponden a valores promedio que corresponden a períodos de 36 años, 59 años y 51 años respectivamente, por lo que al ser datos históricos, y que rebasan el requisito de 30 años son válidos como representantes del comportamiento térmico ambiental, en cuanto a la oscilación térmica anual.

Considerando la temperatura media mensual en las 3 ubicaciones seleccionadas se presenta en la Tabla 5.8 los promedios que corresponden a períodos de 79 años para la Zona Metropolitana de la Cd. de México, de 51 años para la Cd. de Mexicali, BCN y de 59 años para la Ciudad de Acapulco, Gro ^{INEGI y García, E.}

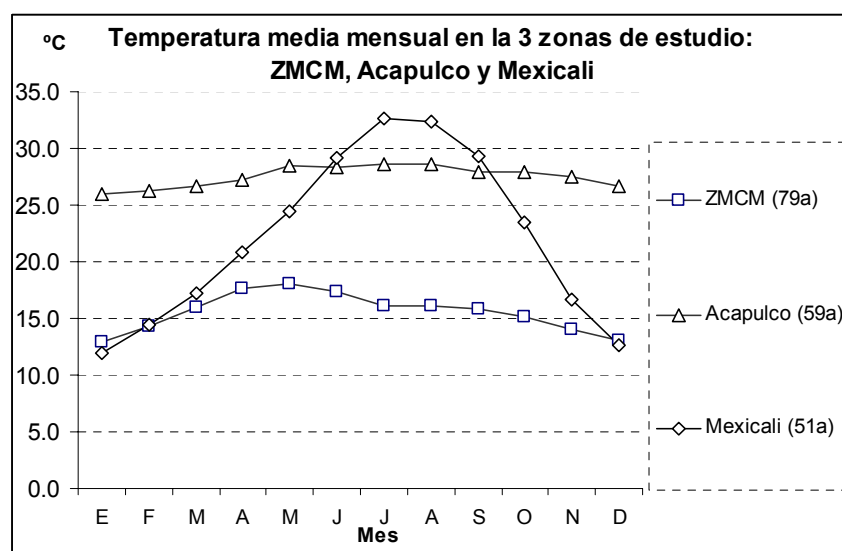
Temperatura media mensual en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, Acapulco y Mexicali

Ciudad	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
ZMCM (79a)	12.9	14.3	16.0	17.7	18.0	17.3	16.1	16.1	15.9	15.1	14.0	13.0
Acapulco (59a)	26.0	26.3	26.7	27.2	28.5	28.4	28.6	28.6	27.9	27.9	27.5	26.6
Mexicali (51a)	12.0	14.5	17.2	20.9	24.5	29.1	32.7	32.4	29.3	23.5	16.6	12.7

Tabla 5.8.- Temperatura media mensual en las zonas de estudio: ZMCM, Acapulco y Mexicali.

Elaboración propia.
Fuentes: Acapulco y Mexicali: García, E.
ZMCM: INEGI

El promedio de la temperatura media mensual para las 3 zonas de estudio, de la Tabla 5.8 se presentan en la Gráfica 5.18, en la cual es posible observar el comportamiento térmico ambiental de las 3 zonas seleccionadas.



Gráfica 5.18.- Temperatura media mensual en las 3 zonas de estudio: ZMCM, Acapulco y Mexicali.

Elaboración propia
Fuentes: ZMCM: INEGI y Acapulco y Mexicali: García, E.

En la Gráfica 5.18 es posible visualizar el comportamiento de la oscilación térmica: en la ZMCM se observan 2 curvas, la primera corresponde al período anterior al inicio de las lluvias, y la segunda es en el período de las lluvias, con lo que disminuye la temperatura; en

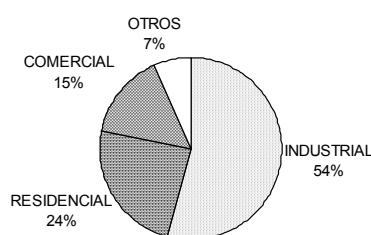
el caso de Mexicali, no existe la situación que se observa en la ZMCM, ya que es sólo una curva, que inicia en febrero, tiene un climax en julio y desciende, llegando a temperaturas inferiores a las de la ZMCM; y en el caso de Acapulco, es tan baja la oscilación térmica, de 2.6°C que sólo se observa una curva con poco ascenso y menor descenso, ya que la época de las lluvias no amortigua la temperatura en forma significativa. como ocurre en la ZMCM y en Mexicali.

5.3.3.2. Consumo de energía eléctrica.

En relación al consumo de energía eléctrica en las 3 zonas de estudio se tiene lo siguiente en el año de 2003:

En la Zona metropolitana de la Cd. de México, ZMCM, el volumen de la venta de energía eléctrica (MW/hr) se distribuyó de la siguiente forma: el Sector industrial con 12208892 MW/hr; el residencial con 5365616 MW/hr; el comercial con 3409926 MW/hr y otros, incluyendo el agropecuario, con 1507559 MW/hr, con una proporción por sector que se presenta en la gráfica 5.19.

Participación (%) en la venta de energía eléctrica por sector en la ZMCM en 2003.

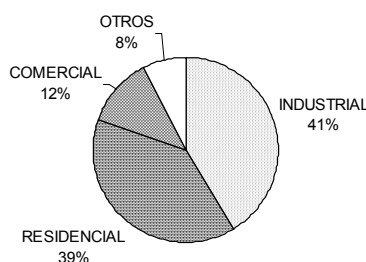


Gráfica 5.19.- Participación (%) en la venta de energía eléctrica, por sector, en la ZMCM, EN EL AÑO 2003. Elaboración propia.

Fuente: INEGI, Anuario estadístico de la ZMCM, 2004

En el Estado. de Guerrero, incluyendo Acapulco, el volumen de la venta de energía eléctrica (MW/hr) se distribuyó de la siguiente forma: el Sector industrial con 904196 MW/hr; el residencial con 854282 MW/hr; el comercial con 267511 MW/hr y en otros, incluyendo el agropecuario, con 165699 MW/hr, presentándose en la gráfica 5.20 su participación porcentual.

Participación (%), por sector, en la venta de energía eléctrica en el Estado de Guerrero en 2003.

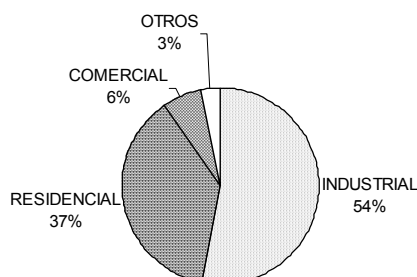


Gráfica 5.20.- Participación (%) por sector, en la venta de energía eléctrica en el Estado de Guerrero, en 2003. Elaboración propia.

Fuente: INEGI, Anuario estadístico del Estado de Guerrero, 2004

En la Ciudad de Mexicali, B.C.N. el volumen de la venta de energía eléctrica (MW/hr) se distribuyó de la siguiente forma: el Sector industrial con 2182088 MW/hr; el residencial con 1521116 MW/hr; el comercial con 260769 MW/hr y en otros, incluyendo el agropecuario, con 139387 MW/hr, presentándose en la gráfica 5.21 su participación porcentual.

Participación (%), por sector, en la venta de energía eléctrica en la Cd. de Mexicali, BCN en 2003.



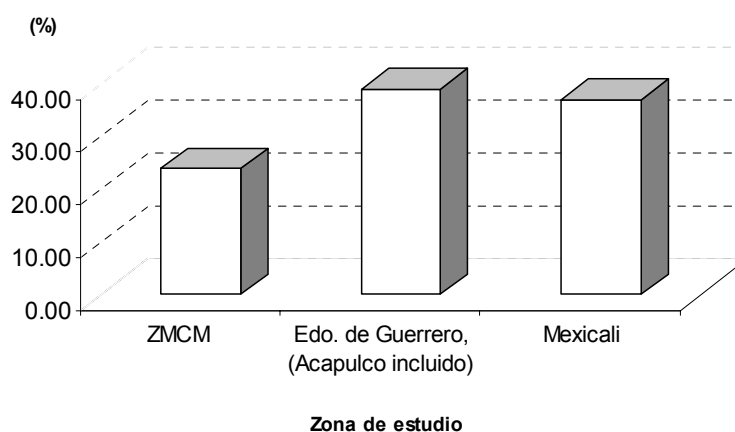
Gráfica 5.21.- Participación (%), por sector, en la venta de energía eléctrica en la Cd. de Mexicali, en 2003-

Elaboración propia.

Fuente: INEGI, Anuario estadístico del Estado de Baja California Norte., 2004

La participación (%) del consumo de energía eléctrica por el sector residencial en cada una de las 3 zonas de estudio presenta una participación diferente: 23.86% en la Zona Metropolitana de la Cd. de México, un 38.98% en el Estado de Guerrero, incluyendo Acapulco y 37.07% en la Cd. de Mexicali, lo que implica un incremento en las regiones con clima cálido, ya sea de tipo seco o húmedo (Gráfica 5.22).

Participación (%) del sector residencial en la venta de energía eléctrica en las zonas de estudio, en 2003.



Gráfica 5.22.- Participación (%) del Sector Residencial en la venta de energía eléctrica en las zonas de estudio, en 2003.

Elaboración propia.

Fuente: INEGI, Anuario estadístico del D.F., 2004

INEGI, Anuario estadístico del Estado de México., 2004

INEGI, Anuario estadístico del Estado de Guerrero., 2004

INEGI, Anuario estadístico del Estado de Baja California Norte., 2004

En los sectores residencial, comercial e industrial, son en los que existen edificaciones, pero predominan en los dos primeros sectores; y con respecto al gasto energético en el sector

comercial, en cada una de las zonas de estudio se tiene una participación (%) de la energía de 15% en la ZMCM, de 12% en el Estado de Guerrero y de 6% en la Cd. de Mexicali.

5.3.3.3. Diseño del espacio habitable:

El espacio diseñado para la simulación con HEED tiene las siguientes características, las cuales son las que se introducen al programa:

Area: El área diseñada cuenta con 1024 pies², equivalente a 92,16 m²: 32 pies por cada lado, equivalente a 9.6 m, área que se conserva en las 1713 simulaciones.

Orientación: Cada plano de la envolvente, en sus muros tiene la orientación al Norte, al Este, al Sur y al Oeste orientación que se conserva en las 1713 simulaciones (Fig. 5.5).

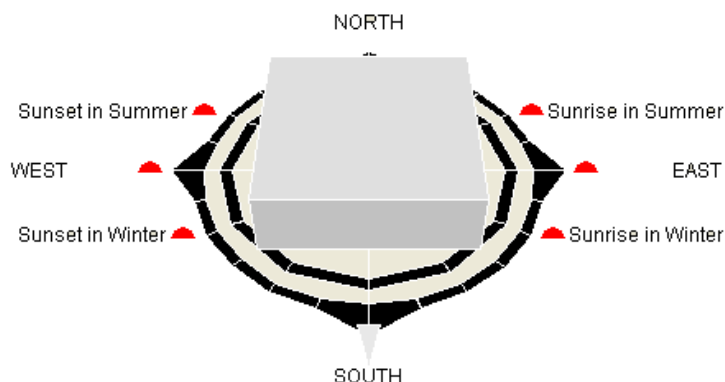


Figura 5.5. Orientación del espacio diseñado en el programa HEED.

Temperatura de Diseño al Interior: Se conserva el rango establecido por el programa: de 70.19°F a 77.97°F, y que equivale a un rango de 21.21°C a 25.53°C, que se conserva en las 1713 simulaciones.

La temperatura al exterior es función de la ubicación geográfica en cada simulación y está proporcionada por las estaciones meteorológicas:

- Cd. de México: de la base internacional de datos de tipo TMY, typical meteorological year, en la versión avanzada del HEED.
- Cd. de Acapulco, Gro.: de la base internacional de datos de tipo TMY, typical meteorological year, en la versión avanzada del HEED.
- Cd. de Mexicali, B.C.N., de la base de datos climatológicos del programa HEED, en su estación de Caléxico, considerando que la frontera es lo único que separa a las dos ciudades.

Envolvente: Se considera que el espacio diseñado está ubicado entre dos pisos:

- **Techo y Piso:** Por la ubicación del espacio que se diseña, entre dos pisos, el techo es el piso del espacio superior y el piso es el techo del espacio inferior, y en el caso

de ambos, el Coeficiente global de transferencia de calor es de 0.258 BTU/hr/pie²aF ó 1.42 W/m²°C.

- **Muros:** A cada uno de los planos se le considera medidas 32 pies de largo x 9 pies de alto, equivalente a 9.6 m de largo x 2.70 m de alto, por lo que se tiene un área por cada plano de 81 pies² o su equivalente 24.3m² por plano. En relación a la constitución de las porciones opaca y translúcida por plano, se tiene lo siguiente:
 - **Porción opaca:** Constituida por bloques de concreto con enyesado al interior y al exterior y con un Coeficiente global de transferencia de calor de 0.55 BTU/hr pie²°F ó 3.04 W/m²°C
 - **Porción translúcida:** Constituida por la selección de 57 diferentes tipos de vidrio, cuyo origen, organización, grupo y tipo de vidrio se dan detalles a continuación, detallándose el total de vidrios, así como los valores de sus propiedades físicas:
 - **Origen del vidrio:** De fabricantes identificados como Vitro, Saint Gobain, Viraron y algunos de la base internacional de vidrios del Lawrence Berkley National Laboratory.
 - **Tipo del vidrio:** los vidrios corresponden por su estructura a una organización en forma monolítica, 1 vidrio, o doble, con 2 vidrios iguales o diferentes: En la forma monolítica se tienen a los del grupo de claro en 6 mm; a los entintados de 6 mm en tonos gris, bronce y verde y a los vidrios reflejantes plata y azul de 6 mm. En el caso de los vidrios dobles se tienen a los laminados (2 vidrios claros con adhesivo transparente entre ellos); a los vidrios con cámara en la que puede hay aire o argón; a los vidrios entintado y claro con cámara de aire; a los dobles en claro con cámara de aire y recubrimiento Low E, y este en diferentes proporciones; a los vidrios dobles con entintado en el primero de ellos en tono gris, bronce o verde y en el segundo el claro, con cámara de aire y recubrimiento Low E y en diferentes proporciones.

En la Tabla 5.9 se presentan las características de cada uno de los 57 vidrios, como son:

1. el tipo de vidrio para su identificación y la clave empleada en la simulación,
2. Su estructura por número de vidrios,
3. Su origen, por fabricante o de la base de datos internacional de vidrios del Lawrence Berkley National Laboratory, en los cuales está identificado al Fabricante.
4. Los valores de las propiedades físicas, como son el Coeficiente global de transferencia de calor en BTU/hr pie²°F; la propiedad óptica de Transmitancia

en el rango visible y el Coeficiente de ganancia de calor solar, la cual vincula a las propiedades ópticas transmitancia y absorptancia.

No.	Tipo de vidrio(clave)	Tipo de vidrio	Num. Vidrios	Fuente o Fabricante	Prop. Térmicas y Ópticas		
					U factor	Trans	SHGC
1	Vcl6Vt(%)CM	V.Claro 6 mm	1	Vitro	1.03	0.89	0.84
2	Vcl6SG(%)CM	V.Claro 6 mm	1	Saint Gobain	1.03	0.90	0.86
3	Vcl6Vir(%)CM	V.Claro 6 mm	1	Viracon	1.03	0.88	0.81
4	VcTGr6Vt(%)CM	V.con Tinte Gris 6 mm	1	Vitro	1.03	0.43	0.60
5	VcTGr6SG(%)CM	V.con Tinte Gris 6 mm	1	Saint Gobain	1.10	0.41	0.60
6	VcTGr6Vir(%)CM	V.con Tinte Gris 6 mm	1	Viracon	1.10	0.44	0.57
7	VcTBr6Vt(%)CM	V.con Tinte Bronce 6 mm	1	Vitro	1.03	0.50	0.61
8	VcTBr6SG(%)CM	V.con Tinte Bronce 6 mm	1	Saint Gobain	1.09	0.49	0.61
9	VcTBr6Vir(%)CM	V.con Tinte Bronce 6 mm	1	Viracon	1.09	0.54	0.62
10	VcTVe6Vt(%)CM	V.con Tinte Verde 6 mm	1	Vitro	1.03	0.77	0.61
11	VcTVe6SG(%)CM	V.con Tinte Verde 6 mm	1	Saint Gobain	1.10	0.72	0.60
12	VcTVe6Vir(%)CM	V.con Tinte Verde 6 mm	1	Viracon	1.09	0.74	0.58
13	RflPla6Vt(%)CM	V.Reflejante plata 6 mm	1	Vitro	0.74	0.09	0.18
14	RflPla6SG(%)CM	V.Reflejante plata 6 mm	1	Saint Gobain	0.82	0.09	0.18
15	RflPla6Vir(%)CM	V.Reflejante plata 6 mm	1	Viracon	0.83	0.08	0.19
16	RflAz6Vt(%)CM	V. Reflejante azul 6 mm	1	Vitro	0.89	0.31	0.38
17	RflAz6SG(%)CM	V. Reflejante azul 6 mm	1	Saint Gobain	0.99	0.20	0.34
18	RflAz6Vir(%)CM	V. Reflejante azul 6 mm	1	Viracon	0.91	0.21	0.29
19	VLamcl6+Cl6Vt(%)CM	V.Claro 6 mm+PBV+Vclaro 6mm	2	Vitro	0.99	0.84	0.73
20	VLamcl6+Cl6SG(%)CM	V.Claro 6 mm+PBV+Vclaro 6mm	2	Saint Gobain	1.02	0.89	0.82
21	VLamcl6+Cl6Vir(%)CM	V.Claro 6 mm+PBV+Vclaro 6mm	2	Viracon	1.01	0.84	0.69
22	Vcl6+Ai+Cl6Vt(%)CM	V.Claro 6 mm+Aire+Vclaro 6mm	2	Vitro	0.55	0.80	0.72
23	Vcl6+Ai+Cl6SG(%)CM	V.Claro 6 mm+Aire+Vclaro 6mm	2	Saint Gobain	0.55	0.81	0.76
24	Vcl6+Ai+Cl6Vir(%)CM	V.Claro 6 mm+Aire+Vclaro 6mm	2	Viracon	0.55	0.78	0.70
25	VcTGr6+Ai+Cl6Vt(%)CM	V.con Tinte Gris 6 mm+Aire+V.Claro 6mm	2	Vitro	0.55	0.38	0.51
26	VcTGr6+Ai+Cl6SG(%)CM	V.con Tinte Gris 6 mm+Aire+V.Claro 6mm	2	Saint Gobain	0.57	0.37	0.49
27	VcTGr6+Ai+Cl6Vir(%)CM	V.con Tinte Gris 6 mm+Aire+V.Claro 6mm	2	Viracon	0.57	0.39	0.45
28	VcTBr6+Ai+Cl6Vt(%)CM	V.con Tinte Bronce 6 mm+Aire+V.Claro 6mm	2	Vitro	0.56	0.45	0.53
29	VcTBr6+Ai+Cl6SG(%)CM	V.con Tinte Bronce 6 mm+Aire+V.Claro 6mm	2	Saint Gobain	0.57	0.44	0.51
30	VcTBr6+Ai+Cl6Vir(%)CM	V.con Tinte Bronce 6 mm+Aire+V.Claro 6mm	2	Viracon	0.56	0.48	0.50
31	VcTVe6+Ai+Cl6Vt(%)CM	V.con Tinte Verde 6 mm+Aire+V.Claro 6mm	2	Vitro	0.57	0.69	0.53
32	VcTVe6+Ai+Cl6SG(%)CM	V.con Tinte Verde 6 mm+Aire+V.Claro 6mm	2	Saint Gobain	0.57	0.65	0.50
33	VcTVe6+Ai+Cl6Vir(%)CM	V.con Tinte Verde 6 mm+Aire+V.Claro 6mm	2	Viracon	0.56	0.66	0.47
34	RflPla6+Ai+Cl6Vt(%)CM	V.Reflejante plata 6 mm+Aire+V.Claro 6mm	2	Vitro	0.45	0.08	0.21
35	RflPla6+Ai+Cl6SG(%)CM	V.Reflejante plata 6 mm+Aire+V.Claro 6mm	2	Saint Gobain	0.45	0.08	0.12
36	RflPla6+Ai+Cl6Vir(%)CM	V.Reflejante plata 6 mm+Aire+V.Claro 6mm	2	Viracon	0.44	0.08	0.12
37	RflAz6+Ai+Cl6Vt(%)CM	V.Reflejante azul 6 mm+Aire+V.Claro 6mm	2	Vitro	0.52	0.28	0.36
38	RflAz6+Ai+Cl6SG(%)CM	V.Reflejante azul 6 mm+Aire+V.Claro 6mm	2	Saint Gobain	0.53	0.19	0.25
39	RflAz6+Ai+Cl6Vir(%)CM	V.Reflejante azul 6 mm+Aire+V.Claro 6mm	2	Viracon	0.48	0.19	0.21
40	Cl6LET40+Ar+Cl6(%)CM	V.Claro6mmLETv40+Aire+V.Claro 6 mm	2	L.B.N.L.	0.298	0.360	0.278
41	Cl6LET40+Ar+Cl6(%)CM	V.Claro6mmLETv40+Ar+V.Claro 6 mm	2	L.B.N.L.	0.244	0.360	0.270
42	Cl6LET85+Ar+Cl6(%)CM	V.Claro6mmLETv85+Aire+V.Claro 6 mm	2	L.B.N.L.	0.298	0.760	0.544
43	Cl6LET85+Ar+Cl6(%)CM	V.Claro6mmLETv85+Ar+V.Claro 6 mm	2	L.B.N.L.	0.243	0.760	0.543
44	Cl6LEHSC70+Ar+Cl6(%)CM	V.Claro6mmLETv70+Aire+V.Claro 6 mm	2	L.B.N.L.	0.275	0.700	0.380
45	Cl6LEHSC70+Ar+Cl6(%)CM	V.Claro6mmLETv70+Ar+V.Claro 6 mm	2	L.B.N.L.	0.215	0.700	0.370
46	VcTGr6LET40+Ar+Cl6(%)CM	V.c/TinteGris6mmLETv40+Aire+V.Claro 6 mm	2	L.B.N.L.	0.299	0.183	0.196
47	VTGr6LET85+Ar+Cl6(%)CM	V.c/TinteGris6mmLETv85+Aire+V.Claro 6 mm	2	L.B.N.L.	0.298	0.380	0.334
48	VTGr6LEHSC70+Ar+Cl6(%)CM	V.c/TinteGris6mmLEHSCv70+Aire+V.Claro 6 mm	2	L.B.N.L.	0.275	0.347	0.241
49	VcTBr6LET40+Ar+Cl6(%)CM	V.c/TinteBr6mmLETv40+Aire+V.Claro 6 mm	2	L.B.N.L.	0.298	0.218	0.211
50	VcTBr6LET85+Ar+Cl6(%)CM	V.c/TinteBr6mmLETv85+Aire+V.Claro 6 mm	2	L.B.N.L.	0.298	0.445	0.371
51	VTBr6LEHSC70+Ar+Cl6(%)CM	V.c/TinteBr6mmLEHSCv70+Aire+V.Claro 6 mm	2	L.B.N.L.	0.275	0.414	0.266
52	VcTVe6LET40+Ar+Cl6(%)CM	V.c/TinteVe6mmLETv40+Aire+V.Claro 6 mm	2	L.B.N.L.	0.298	0.317	0.224
53	VcTVe6LET85+Ar+Cl6(%)CM	V.c/TinteVe6mmLETv85+Aire+V.Claro 6 mm	2	L.B.N.L.	0.298	0.652	0.388
54	VTVe6LEHSC70+Ar+Cl6(%)CM	V.c/TinteVe6mmLEHSCv70+Aire+V.Claro 6 mm	2	L.B.N.L.	0.275	0.602	0.311
55	Cl6Rr138+Ar+Cl6(%)CM	V.Claro6mmRr138+Ar+Cl6(%)	2	L.B.N.L.	0.277	0.361	0.231
56	Cl6Rr146+Ar+Cl6(%)CM	V.Claro6mmRr146+Ar+Cl6(%)	2	L.B.N.L.	0.279	0.429	0.286
57	Cl6Rr159+Ar+Cl6(%)CM	V.Claro6mmRr159+Ar+Cl6(%)	2	L.B.N.L.	0.282	0.527	0.336
	CM=Cd. de Mexico						
	A=Cd. de Acapulco						
	Me=Cd. de Mexicali						

Tabla 5.9.- Vidrios seleccionados, fuente y sus propiedades térmicas y ópticas para la simulación de HEED.

- **Vidrios no considerados.** Los tipos de vidrio seleccionados para la cobertura translúcida de la envolvente no considera a los vidrios preestablecidos en el banco de datos del programa HEED, ya que éste se modificó con los datos de los vidrios seleccionados, a fin de que en los cálculos energéticos al interior del espacio se considerara sólo a los valores de las propiedades térmicas y ópticas del material vítreo que se está controlando, lo que se había establecido como uno de los requisitos para un mayor control en los resultados.

- **Proporciones de las Porciones Opaca y Translúcida en los planos de los muros.** El diseño de la porción translúcida se consideró desde 0% o inexistente hasta el 100% o totalmente translúcida, incrementándose la variación en rangos de 10%, por lo que para cada uno de los vidrios le corresponde 11 variaciones y 11 simulaciones; y en forma inversa, el diseño de la porción opaca se consideró desde un 100% o totalmente opaca hasta un 0% o inexistente, por lo que ambas porciones se complementan: mientras una se incrementa, la otra sufre un decremento en cada simulación. En la Fig. 5.6 a) a e) se muestran unas representaciones visuales, del simulador, sobre cómo se observa el plano al sur y 5 de las 11 variaciones en las porciones opaca y translúcida.

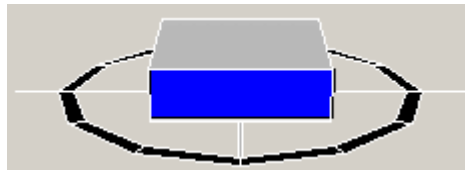


Fig. 5.6 a) Plano al sur: Porción translúcida 0 % Porción opaca 100 %

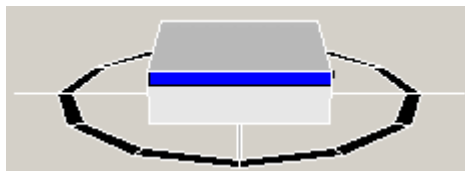


Fig. 5.6 b) Plano al sur: Porción translúcida 25% Porción opaca 75%

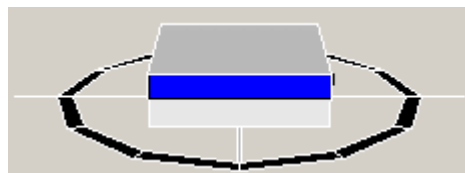


Fig. 5.6 c) Plano al sur: Porción translúcida 50 % Porción opaca 50 %

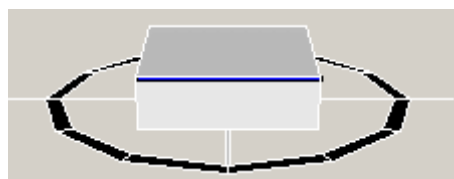


Fig. 5.6 d) Plano al sur: Porción translúcida 90 % Porción opaca 10%

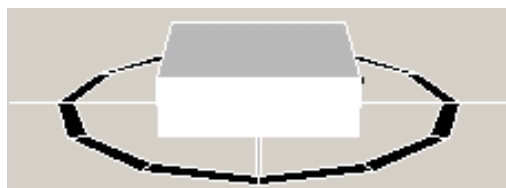


Fig. 5.6 e) Plano al sur: Porción translúcida: 100 % Porción opaca 0%

Ventilación: Se considera la fachada totalmente sellada, y las ventanas sin movimiento, por lo que la ventilación es mínima, a través del vestíbulo y se le considera de 0.1 cambios de aire por hora, y en caso de requerirse un cambio mayor, es en forma mecánica.

Compensación térmica:

- **Calentamiento** En caso de requerirse porque la temperatura sea menor que la de diseño al interior, se selecciona para la simulación un equipo con una eficiencia estándar de 80 a 90% AFUE (Eficiencia anual en uso de combustible).
- **Enfriamiento.** En caso de requerirse, porque la temperatura sea mayor que la de diseño al interior, se selecciona para la simulación un equipo de enfriamiento con una eficiencia estándar de 9 a 13 SEER (Eficiencia energética estacional).

5.3.3.4. Organización de las simulaciones-

Los vidrios seleccionados son 57 —descritos en la Tabla concentradora 8—, y con cada uno de ellos se realizan 11 simulaciones —desde 0% en la porción translúcida o transparencia inexistente hasta un 100% translúcida—, resultando un total de 627 simulaciones; pero como en cada uno de los 57 vidrios se realiza una simulación en 0% de transparencia o 100% de porción opaca, y que es necesaria porque sirve de referencia para los resultados por vidrio, a esta simulación, de 0 % de transparencia, y que se repite 57 veces se le considera como sólo 1, por lo que el número de 627 simulaciones realizadas disminuye a 571 simulaciones efectivas, por ser diferentes.

En la Tabla 10 se presenta la organización de las 571 simulaciones entre los 57 vidrios seleccionados y las 11 proporciones en la transparencia de 0% hasta 100%.

Se realizan 571 simulaciones para cada una de las ciudades seleccionadas, y como estas son 3, la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, la de Acapulco y la de Mexicali, se realizan un total de 1713 simulaciones diferentes por las 3 ciudades, número mencionado al principio de este apartado y que se consideró como uno de los objetivos a cubrir, a fin de tener información que abarcara a los tres climas predominantes en nuestro país: templado, cálido húmedo y cálido seco; y por ser el número de simulaciones tan elevado, este fue uno de los criterios para la selección de HEED como simulador.

Muestra de Vidrio - Porcion Translucida(%) y Num de Simulacion que le corresponde											
Num Muestra y Tipo de Vidrio.	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
1 Vcl6Vt (%) Me	Sim 1	Sim 2	Sim 3	Sim 4	Sim 5	Sim 6	Sim 7	Sim 8	Sim 9	Sim 10	Sim 11
2 Vcl6SG(%)Me	Sim 1	Sim 12	Sim 13	Sim 14	Sim 15	Sim 16	Sim 17	Sim 18	Sim 19	Sim 20	Sim 21
3 Vcl6Vir(%)Me	Sim 1	Sim 22	Sim 23	Sim 24	Sim 25	Sim 26	Sim 27	Sim 28	Sim 29	Sim 30	Sim 31
4 VcTGr6Vt(%)Me	Sim 1	Sim 32	Sim 33	Sim 34	Sim 35	Sim 36	Sim 37	Sim 38	Sim 39	Sim 40	Sim 41
5 VcTGr6SG(%)Me	Sim 1	Sim 42	Sim 43	Sim 44	Sim 45	Sim 46	Sim 47	Sim 48	Sim 49	Sim 50	Sim 51
6 VcTGr6Vir(%)Me	Sim 1	Sim 52	Sim 53	Sim 54	Sim 55	Sim 56	Sim 57	Sim 58	Sim 59	Sim 60	Sim 61
7 VcTBr6Vt(%)Me	Sim 1	Sim 62	Sim 63	Sim 64	Sim 65	Sim 66	Sim 67	Sim 68	Sim 69	Sim 70	Sim 71
8 VcTBr6SG(%)Me	Sim 1	Sim 72	Sim 73	Sim 74	Sim 75	Sim 76	Sim 77	Sim 78	Sim 79	Sim 80	Sim 81
9 VcTBr6Vir(%)Me	Sim 1	Sim 82	Sim 83	Sim 84	Sim 85	Sim 86	Sim 87	Sim 88	Sim 89	Sim 90	Sim 91
10 VcTVe6Vt(%)Me	Sim 1	Sim 92	Sim 93	Sim 94	Sim 95	Sim 96	Sim 97	Sim 98	Sim 99	Sim 100	Sim 101
11 VcTVe6SG(%)Me	Sim 1	Sim 102	Sim 103	Sim 104	Sim 105	Sim 106	Sim 107	Sim 108	Sim 109	Sim 110	Sim 111
12 VcTVe6Vir(%) Me	Sim 1	Sim 112	Sim 113	Sim 114	Sim 115	Sim 116	Sim 117	Sim 118	Sim 119	Sim 120	Sim 121
13 RflPla6Vt(%)Me	Sim 1	Sim 122	Sim 123	Sim 124	Sim 125	Sim 126	Sim 127	Sim 128	Sim 129	Sim 130	Sim 131
14 RflPla6SG(%)Me	Sim 1	Sim 132	Sim 133	Sim 134	Sim 135	Sim 136	Sim 137	Sim 138	Sim 139	Sim 140	Sim 141
15 RflPla6Vir(%)Me	Sim 1	Sim 142	Sim 143	Sim 144	Sim 145	Sim 146	Sim 147	Sim 148	Sim 149	Sim 150	Sim 151
16 RflAz6Vt(%)Me	Sim 1	Sim 152	Sim 153	Sim 154	Sim 155	Sim 156	Sim 157	Sim 158	Sim 159	Sim 160	Sim 161
17 RflAz6SG(%)Me	Sim 1	Sim 162	Sim 163	Sim 164	Sim 165	Sim 166	Sim 167	Sim 168	Sim 169	Sim 170	Sim 171
18 RflAz6Vir(%)Me	Sim 1	Sim 172	Sim 173	Sim 174	Sim 175	Sim 176	Sim 177	Sim 178	Sim 179	Sim 180	Sim 181
19 VLamcl6+Cl6Vt(%)Me	Sim 1	Sim 182	Sim 183	Sim 184	Sim 185	Sim 186	Sim 187	Sim 188	Sim 189	Sim 190	Sim 191
20 VLamcl6+Cl6SG(%)Me	Sim 1	Sim 192	Sim 193	Sim 194	Sim 195	Sim 196	Sim 197	Sim 198	Sim 199	Sim 200	Sim 201
21 VLamcl6+Cl6Vir(%)Me	Sim 1	Sim 202	Sim 203	Sim 204	Sim 205	Sim 206	Sim 207	Sim 208	Sim 209	Sim 210	Sim 211
22 Vcl6+Ai+Cl6Vt (%) Me	Sim 1	Sim 212	Sim 213	Sim 214	Sim 215	Sim 216	Sim 217	Sim 218	Sim 219	Sim 220	Sim 221
23 Vcl6+Ai+Cl6SG(%)Me	Sim 1	Sim 222	Sim 223	Sim 224	Sim 225	Sim 226	Sim 227	Sim 228	Sim 229	Sim 230	Sim 231
24 Vcl6+Ai+Cl6Vir(%)Me	Sim 1	Sim 232	Sim 233	Sim 234	Sim 235	Sim 236	Sim 237	Sim 238	Sim 239	Sim 240	Sim 241
25 VcTGr6+Ai+Cl6Vt(%)Me	Sim 1	Sim 242	Sim 243	Sim 244	Sim 245	Sim 246	Sim 247	Sim 248	Sim 249	Sim 250	Sim 251
26 VcTGr6+Ai+Cl6SG(%)Me	Sim 1	Sim 252	Sim 253	Sim 254	Sim 255	Sim 256	Sim 257	Sim 258	Sim 259	Sim 260	Sim 261
27 VcTGr6+Ai+Cl6Vir(%)Me	Sim 1	Sim 262	Sim 263	Sim 264	Sim 265	Sim 266	Sim 267	Sim 268	Sim 269	Sim 270	Sim 271
28 VcTBr6+Ai+Cl6Vt(%)Me	Sim 1	Sim 272	Sim 273	Sim 274	Sim 275	Sim 276	Sim 277	Sim 278	Sim 279	Sim 280	Sim 281
29 VcTBr6+Ai+Cl6SG(%)Me	Sim 1	Sim 282	Sim 283	Sim 284	Sim 285	Sim 286	Sim 287	Sim 288	Sim 289	Sim 290	Sim 291
30 VcTBr6+Ai+Cl6Vir(%)Me	Sim 1	Sim 292	Sim 293	Sim 294	Sim 295	Sim 296	Sim 297	Sim 298	Sim 299	Sim 300	Sim 301
31 VcTVe6+Ai+Cl6Vt(%)Me	Sim 1	Sim 302	Sim 303	Sim 304	Sim 305	Sim 306	Sim 307	Sim 308	Sim 309	Sim 310	Sim 311
32 VcTVe6+Ai+Cl6SG(%)Me	Sim 1	Sim 312	Sim 313	Sim 314	Sim 315	Sim 316	Sim 317	Sim 318	Sim 319	Sim 320	Sim 321
33 VcTVe6+Ai+Cl6Vir(%)Me	Sim 1	Sim 322	Sim 323	Sim 324	Sim 325	Sim 326	Sim 327	Sim 328	Sim 329	Sim 330	Sim 331
34 RflPla6+Ai+Cl6Vt(%)Me	Sim 1	Sim 332	Sim 333	Sim 334	Sim 335	Sim 336	Sim 337	Sim 338	Sim 339	Sim 340	Sim 341
35 RflPla6+Ai+Cl6SG(%)Me	Sim 1	Sim 342	Sim 343	Sim 344	Sim 345	Sim 346	Sim 347	Sim 348	Sim 349	Sim 350	Sim 351
36 RflPla6+Ai+Cl6Vir(%)Me	Sim 1	Sim 352	Sim 353	Sim 354	Sim 355	Sim 356	Sim 357	Sim 358	Sim 359	Sim 360	Sim 361
37 RflAz6+Ai+Cl6Vt(%)Me	Sim 1	Sim 362	Sim 363	Sim 364	Sim 365	Sim 366	Sim 367	Sim 368	Sim 369	Sim 370	Sim 371
38 RflAz6+Ai+Cl6SG(%)Me	Sim 1	Sim 372	Sim 373	Sim 374	Sim 375	Sim 376	Sim 377	Sim 378	Sim 379	Sim 380	Sim 381
39 RflAz6+Ai+Cl6Vir(%)Me	Sim 1	Sim 382	Sim 383	Sim 384	Sim 385	Sim 386	Sim 387	Sim 388	Sim 389	Sim 390	Sim 391
40 Cl6LET40+Ai+Cl6(%)Me	Sim 1	Sim 392	Sim 393	Sim 394	Sim 395	Sim 396	Sim 397	Sim 398	Sim 399	Sim 400	Sim 401
41 Cl6LET40+Ar+Cl6(%)Me	Sim 1	Sim 402	Sim 403	Sim 404	Sim 405	Sim 406	Sim 407	Sim 408	Sim 409	Sim 410	Sim 411
42 Cl6LET85+Ai+Cl6(%)Me	Sim 1	Sim 412	Sim 413	Sim 414	Sim 415	Sim 416	Sim 417	Sim 418	Sim 419	Sim 420	Sim 421
43 Cl6LET85+Ar+Cl6(%)Me	Sim 1	Sim 422	Sim 423	Sim 424	Sim 425	Sim 426	Sim 427	Sim 428	Sim 429	Sim 430	Sim 431
44 Cl6LEHSC70+Ai+Cl6(%)Me	Sim 1	Sim 432	Sim 433	Sim 434	Sim 435	Sim 436	Sim 437	Sim 438	Sim 439	Sim 440	Sim 441
45 Cl6LEHSC70+Ar+Cl6(%)Me	Sim 1	Sim 442	Sim 443	Sim 444	Sim 445	Sim 446	Sim 447	Sim 448	Sim 449	Sim 450	Sim 451
46 VTGr6LET40+Ai+Cl6(%)Me	Sim 1	Sim 452	Sim 453	Sim 454	Sim 455	Sim 456	Sim 457	Sim 458	Sim 459	Sim 460	Sim 461
47 VTGr6LET85+Ai+Cl6(%)Me	Sim 1	Sim 462	Sim 463	Sim 464	Sim 465	Sim 466	Sim 467	Sim 468	Sim 469	Sim 470	Sim 471
48 VT6GrLEHSC70+Ai+Cl6(%)M	Sim 1	Sim 472	Sim 473	Sim 474	Sim 475	Sim 476	Sim 477	Sim 478	Sim 479	Sim 480	Sim 481
49 VctBr6LET40+Ai+Cl6(%)Me	Sim 1	Sim 482	Sim 483	Sim 484	Sim 485	Sim 486	Sim 487	Sim 488	Sim 489	Sim 490	Sim 491
50 VctBr6LET85+Ai+Cl6(%)Me	Sim 1	Sim 492	Sim 493	Sim 494	Sim 495	Sim 496	Sim 497	Sim 498	Sim 499	Sim 500	Sim 501
51 VTBr6LEHSC70+Ai+Cl6(%)M	Sim 1	Sim 502	Sim 503	Sim 504	Sim 505	Sim 506	Sim 507	Sim 508	Sim 509	Sim 510	Sim 511
52 VctVe6LET40+Ai+Cl6(%)Me	Sim 1	Sim 512	Sim 513	Sim 514	Sim 515	Sim 516	Sim 517	Sim 518	Sim 519	Sim 520	Sim 521
53 VctVe6LET85+Ai+Cl6(%)Me	Sim 1	Sim 522	Sim 523	Sim 524	Sim 525	Sim 526	Sim 527	Sim 528	Sim 529	Sim 530	Sim 531
54 VTVe6LEHSC70+Ai+Cl6(%)M	Sim 1	Sim 532	Sim 533	Sim 534	Sim 535	Sim 536	Sim 537	Sim 538	Sim 539	Sim 540	Sim 541
55 Cl6Rfl138+Ai+Cl6(%)Me	Sim 1	Sim 542	Sim 543	Sim 544	Sim 545	Sim 546	Sim 547	Sim 548	Sim 549	Sim 550	Sim 551
56 Cl6Rfl146+Ai+Cl6(%)Me	Sim 1	Sim 552	Sim 553	Sim 554	Sim 555	Sim 556	Sim 557	Sim 558	Sim 559	Sim 560	Sim 561
57 Cl6Rfl159+Ai+Cl6(%)Me	Sim 1	Sim 562	Sim 563	Sim 564	Sim 565	Sim 566	Sim 567	Sim 568	Sim 569	Sim 570	Sim 571

Tabla 5.10. Organización de las 571 Simulaciones efectuadas en el Programa HEED en cada una de las ciudades.

Las 1713 simulaciones -571 en cada una de las ciudades- que se organizan para la simulación, del comportamiento térmico del espacio diseñado, con el programa HEED presentan parámetros constantes como son el área de los planos horizontales o techo y piso; la orientación por plano; la dimensión de los planos en muros; la estructura de la porción opaca; el tipo de ventilación, calentamiento y enfriamiento y la eficiencia en los parámetros del equipo de climatización. Los parámetros variables, que son los que nos van a permitir

conocer el comportamiento térmico, principalmente, de la envolvente son el vidrio y su proporción para cada uno de los 57 seleccionados y en cada uno de los planos de los muros. Se considera sólo 1 parámetro variable, el vidrio, a fin de evitar interferencias entre 2 ó más parámetros.

Se consideró que el partir de 0% en la cobertura translúcida e incrementarla en forma paulatinamente, en 10%, en cada uno de los plano, hasta su cobertura total —como en el caso de los edificios totalmente cubiertos de vidrio— permitiría conocer en forma integral el comportamiento del gasto del energía por concepto de climatización e iluminación en el espacio diseñado, y de esa manera vincularlo en forma posterior con otros aspectos como los de tipo ambiental y económico, además el que permitiría tener elementos para la toma de decisiones sobre un mejor uso del material vítreo.

Efectuadas las 1713 simulaciones, organizadas en 3 grupos de 571 por ciudad, de acuerdo a la organización presentada en las Tabla 9, se obtienen resultados diversos y que de ellos a continuación se presenta su análisis,

ANALISIS DE RESULTADOS:

5.3.4. Comportamiento del gasto energético en la envolvente translúcida.

Para conocer el comportamiento energético de la envolvente translúcida el análisis de resultados está en relación a: determinar la participación, cuantitativa y porcentual, del gasto energético de la envolvente en los conceptos de enfriamiento, calentamiento e iluminación, en cada uno de 57 vidrios utilizados en la simulación; determinar la variabilidad intragrupo e intergrupo, por incidir esta en la confiabilidad en los cálculos de cargas térmicas y establecer las relaciones del gasto energético por cada concepto de climatización entre los diferentes climas considerados.

5.3.4.1. Gasto energético en la envolvente por climatización.

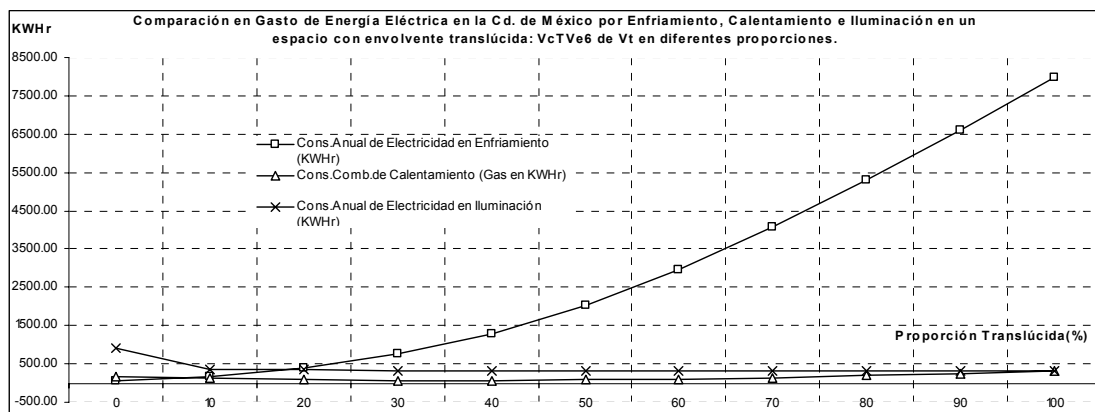
A cada uno de los vidrios seleccionados, se le sometió a 11 simulaciones, y cada una de las simulaciones representa el requerimiento energético por concepto de enfriamiento, calentamiento e iluminación se requiere en el espacio diseñado ante una proporción del material translúcido.

Para comprender el comportamiento térmico, de cada uno de los vidrios, se integran las 11 simulaciones, que en su conjunto representan la serie completa de cada uno de los vidrios: Desde una envolvente con 0% en la porción translúcida hasta ser 100% translúcida. Si las 11 simulaciones se integran y se grafican, nos permite conocer el gasto energético en el espacio, en función del incremento de la porción translúcida. El gasto energético se considera en los conceptos de calentamiento, enfriamiento e iluminación y en el Anexo B se

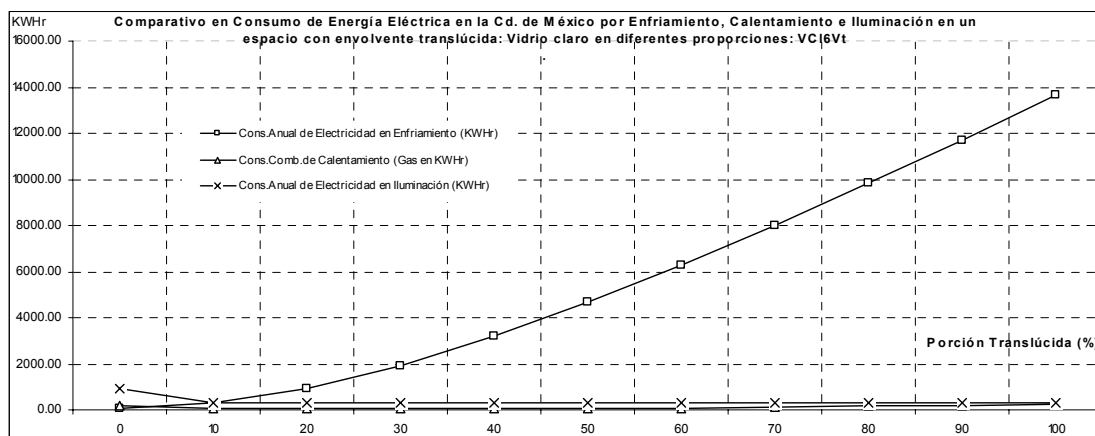
presentan los resultados en forma visual, a través de 171 gráficas que cubren el comportamiento térmico de los 57 vidrios en la envolvente del espacio diseñado, y cada uno de ellos con las 11 opciones de transparencia, y en las 3 ciudades seleccionadas, ZMCM, Acapulco y Mexicali, como las representativas en climas característicos de México: Templado, Cálido húmedo y Cálido seco respectivamente.

En este apartado se presenta una selección, de las 171 gráficas, para cada Ciudad, a fin de mostrar su comportamiento térmico, en función de la porción translúcida. En primer lugar, se mostrarán comportamientos relacionados con vidrios monolíticos, en vidrio claro 6 mm (Gráficas 5.23 a 5.25), después en vidrio entintado en verde claro 6mm (Gráficas 5.26 a 5.28) y finalmente en vidrio reflejante plata 6mm (Gráficas 5.29 a 5.31), y cada uno de ellos para cada una de las ciudades seleccionadas.

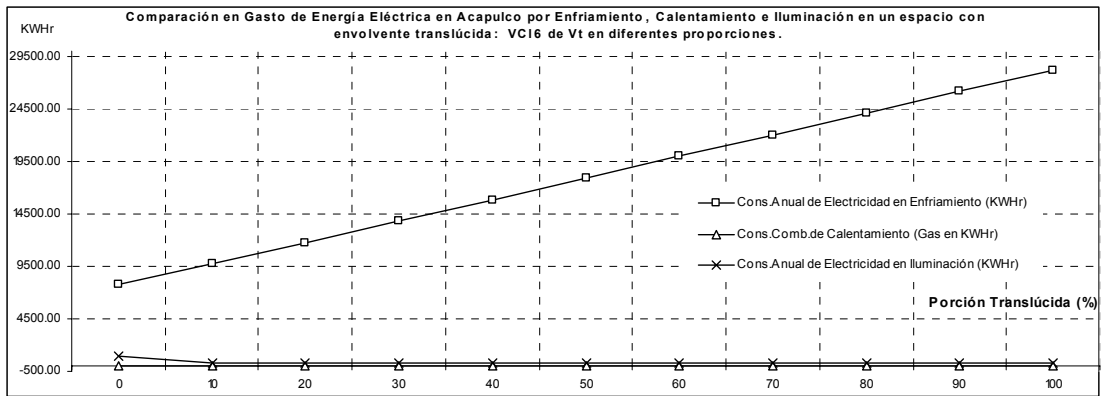
En el caso del vidrio monolítico claro, simulado en la envolvente del espacio diseñado y con ubicación geográfica en la Ciudad de México, en la de Acapulco o en la de Mexicali (Gráficas 5.23 a 5.25), el gasto primordial en energía (KW/hr) se destina al concepto de enfriamiento, en diferentes proporciones, relación que se analizará en otro apartado.



Gráfica 5.23. Comportamiento térmico de la Envolvente con Vidrio Claro 6mm Vitro en la Cd. de México.

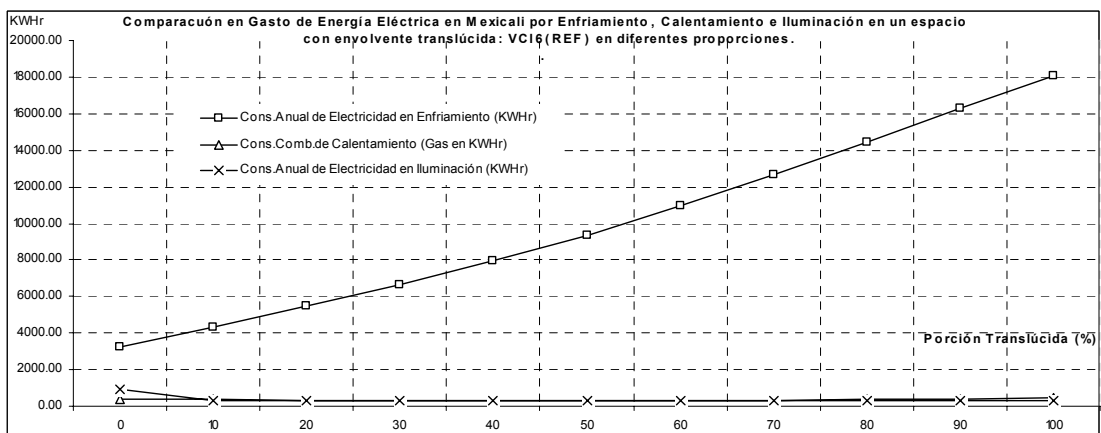


Gráfica 5.24 Comportamiento térmico de la Envolvente con Vidrio Claro 6mm Vitro en la Cd. de Acapulco.

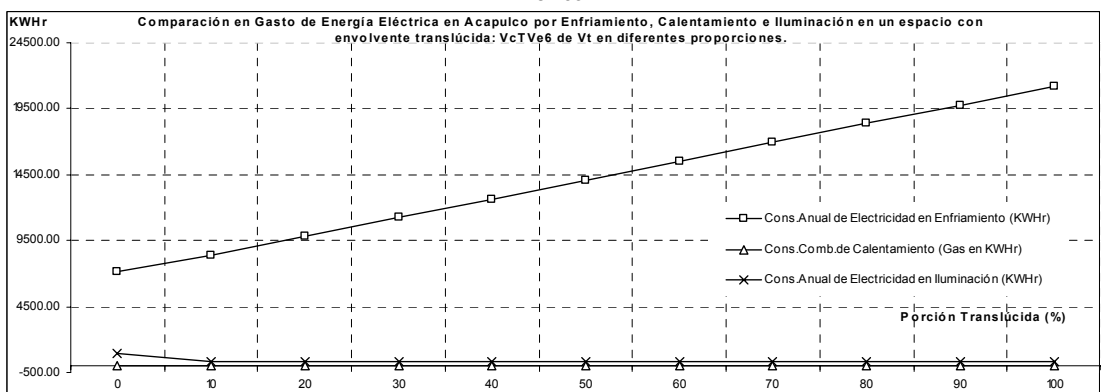


Gráfica 5.25 Comportamiento térmico de la Envoltente con Vidrio Claro 6mm Vitro en la Cd. de Mexicali.

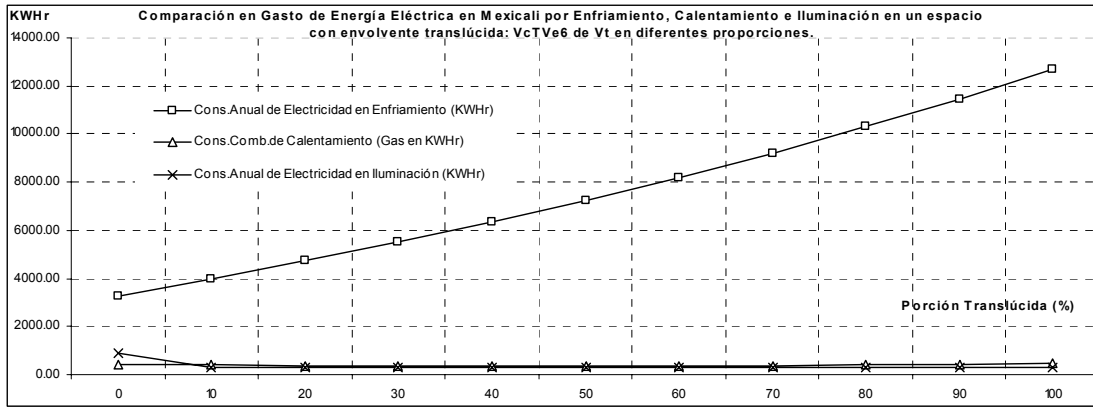
La simulación que se realizó a vidrios monolíticos entintados consideró a los tintes gris, bronce y verde, que son los que mayor demanda tienen, de tres fabricantes cada uno de ellos. En la selección que se hace en este apartado se elige al entintado verde claro, por ser al que en la actualidad se está prestando más atención por permitir el paso en mayor proporción de luz visible. En el caso del vidrio monolítico entintado verde, simulado en la envoltente del espacio diseñado y con ubicación geográfica en la Ciudad de México, en la de Acapulco o en la de Mexicali, el gasto primordial en energía (KW/hr) se destina al enfriamiento (Gráficas 5.26 a 5.28), en diferentes proporciones, relación que se analizará en otro apartado.



Gráfica 5.26 Comportamiento térmico de la Envoltente con Vidrio con tinte verde claro 6mm Vitro en la Cd. de México.

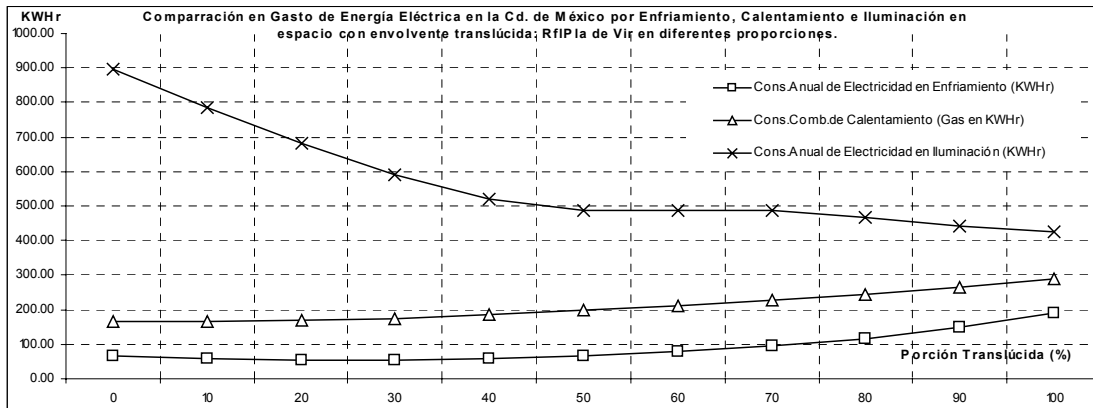


Gráfica 5.27 Comportamiento térmico de la Envoltente con Vidrio con tinte verde claro 6mm Vitro en la Cd. de Acapulco.

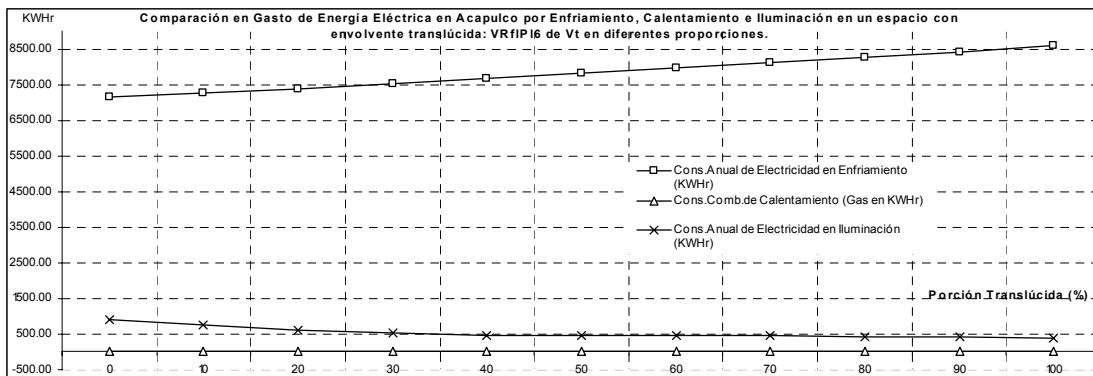


Gráfica 5.28 Comportamiento térmico de la Envoltente con Vidrio con tinte verde claro 6mm Vitro en la Cd. de Mexicali

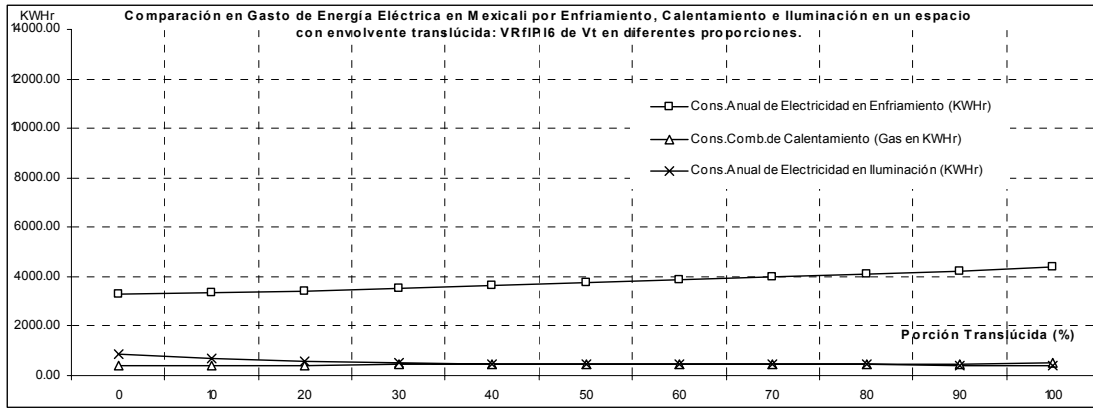
La simulación a vidrios monolíticos Reflejantes (Gráficas 5.29 a 5.31) consideró los tonos plata y azul, que son los que más se demanda, y de tres fabricantes cada uno de ellos. En la selección en este apartado se elige al plata. Los vidrios reflejantes tienen demanda tanto por el enfoque estético como por reflejar en buena proporción la radiación incidente, sin embargo por esa alta reflectancia limitan el ingreso de radiación visible, por lo que obligan al incremento de energía por iluminación. En el caso del vidrio reflejante plata, simulado en la envoltente del espacio diseñado y con ubicación geográfica en la Ciudad de Acapulco o en la de Mexicali, el gasto primordial en energía (KW/hr) se destina al enfriamiento, en diferentes proporciones, relación que se analizará en otro apartado; y en la ubicación de la Cd. de México, el gasto de energía principal es por el concepto de iluminación.



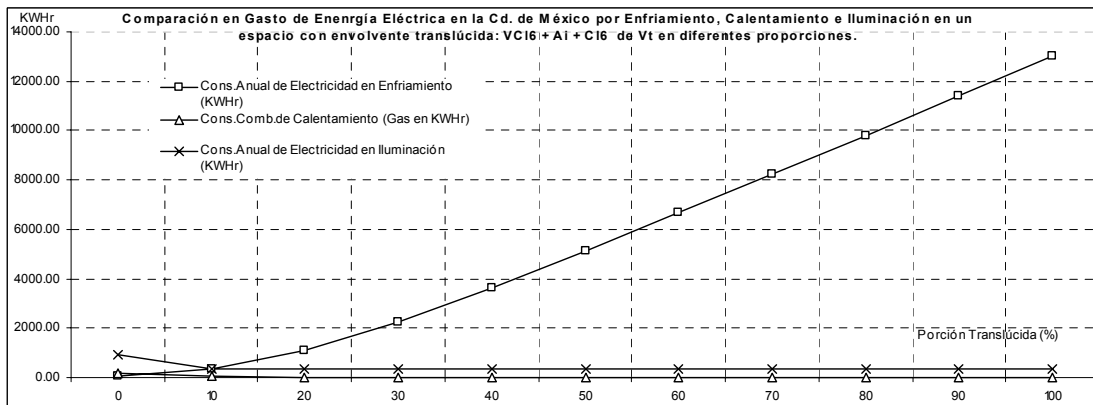
Gráfica 5.29.- Comportamiento térmico de la Envoltente con Vidrio Reflejante Plata 6mm Vitro en la Cd. de México.



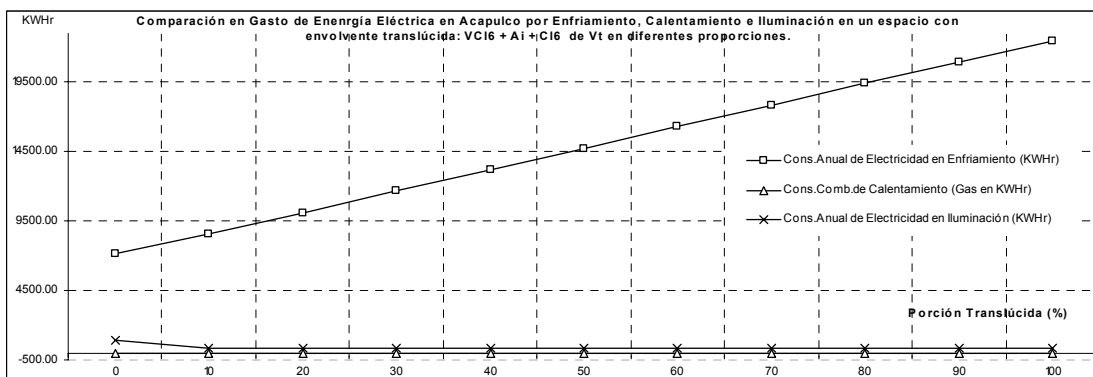
Gráfica 5.30.- Comportamiento térmico de la Envoltente con Vidrio Reflejante Plata 6mm Vitro en la Cd. de Acapulco.



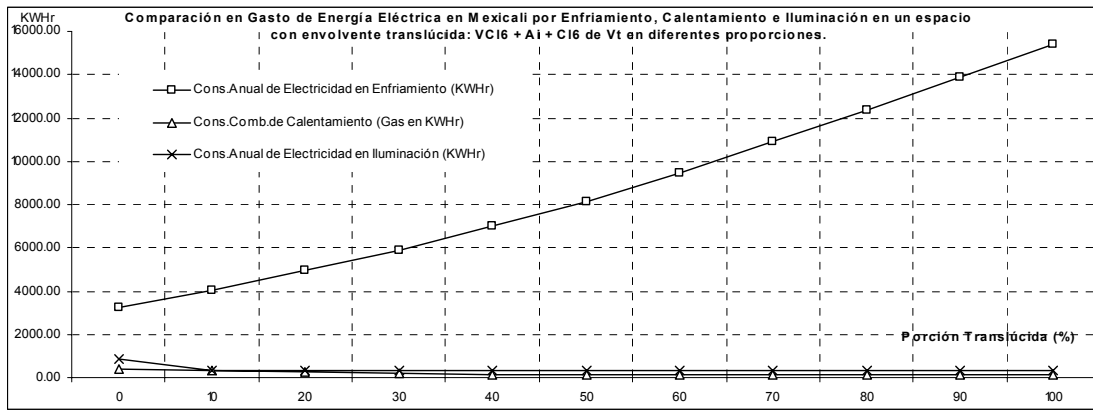
Gráfica 5.31.-Comportamiento térmico de la Envoltente con Vidrio Reflejante Plata 6mm Vitro en la Cd. de Mexicali La simulación se realizó a tres muestras de vidrios dobles claros con cámara de aire, de tres diferentes fabricantes. Los vidrios con cámara de aire tienen actualmente demanda por amortiguar la transferencia de calor. En las gráficas se observa que en el gasto primordial en energía (KW/hr) – ante diferentes proporciones y en diferentes ciudades, con diferente clima: Cd. de México, Acapulco y Mexicali – continúa siendo el que corresponde al concepto de climatización para Enfriamiento (Gráficas 5.32 a 5.34). En relación a este gasto y su interrelación se analizará en otro apartado.



Gráfica 5.32 Comportamiento térmico de la Envoltente con Vidrio Doble: VCI6 + Aire + VCI6 24mm Vitro en la Cd. de México.

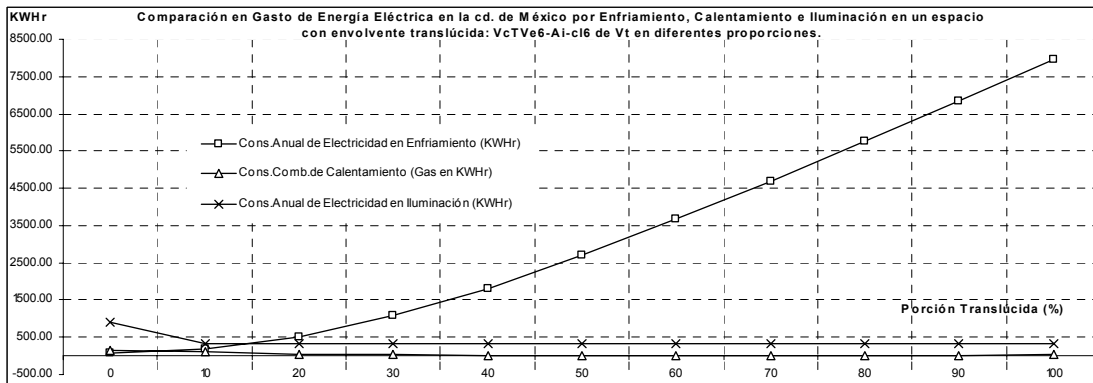


Gráfica 5.33.- Comportamiento térmico de la Envoltente con Vidrio Doble: VCI6 + Aire + VCI6 24mm Vitro en la Cd. de Acapulco

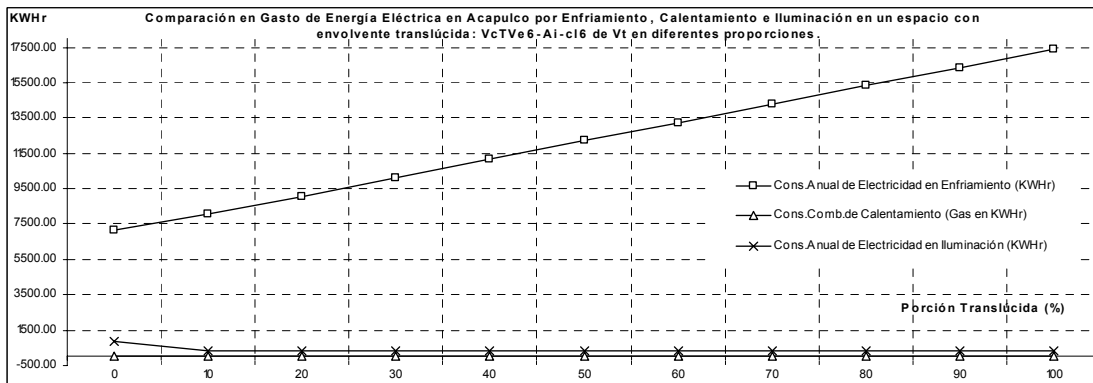


Gráfica 5.34.- Comportamiento térmico de la Envoltura con Vidrio Doble: VC16 + Aire + VC16 24mm Vitro en la Cd. de Mexicali.

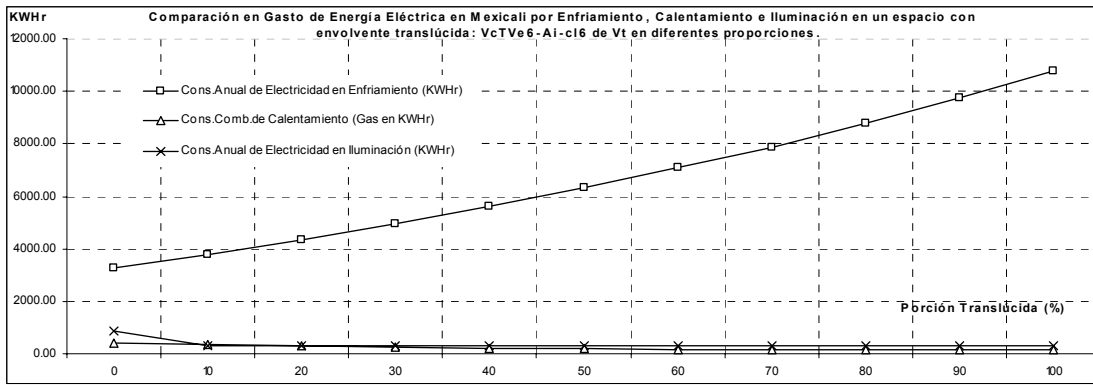
La simulación se realizó a nueve muestras de vidrios dobles entintado – gris, bronce o verde más un segundo vidrio de tipo claro, con cámara de aire entre ambos, de tres diferentes fabricantes, y simulado su comportamiento en tres ciudades con clima diferente. Los vidrios con cámara de aire tienen actualmente demanda por amortiguar la transferencia de calor y al vidrio entintado se le prefiere sobre el claro porque disminuye a través de él la transmitancia de la radiación electromagnética por los óxidos en su masa, incrementando su absorción. En las gráficas se observa que con ellos el gasto primordial en energía (KW/hr) – ante diferentes proporciones y en diferentes ciudades, con diferente clima: Cd. de México, Acapulco y Mexicali – continúa siendo el que corresponde al concepto de climatización para Enfriamiento (Gráficas 5.35 a 5.37). En relación a este gasto y su interrelación se analizará en otro apartado.



Gráfica 5.35.- Comportamiento térmico de la Envoltura con Vidrio Doble: VcT Verde Claro 6mm + Aire + VC16 6mm: 24mm Vitro en la Cd. de México.

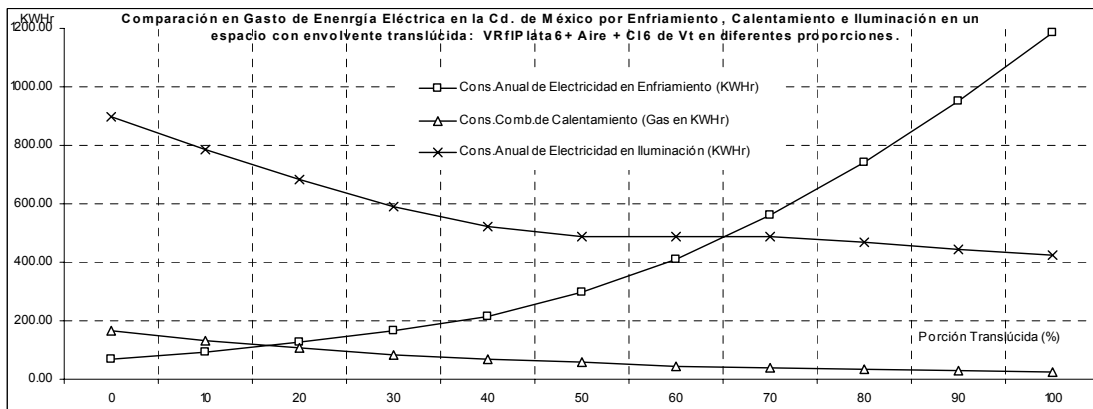


Gráfica 5.36.- Comportamiento térmico de la Envoltura con Vidrio Doble: VcT Verde Claro 6mm + Aire + VC16mm: 24mm Vitro en la Cd. de Acapulco.

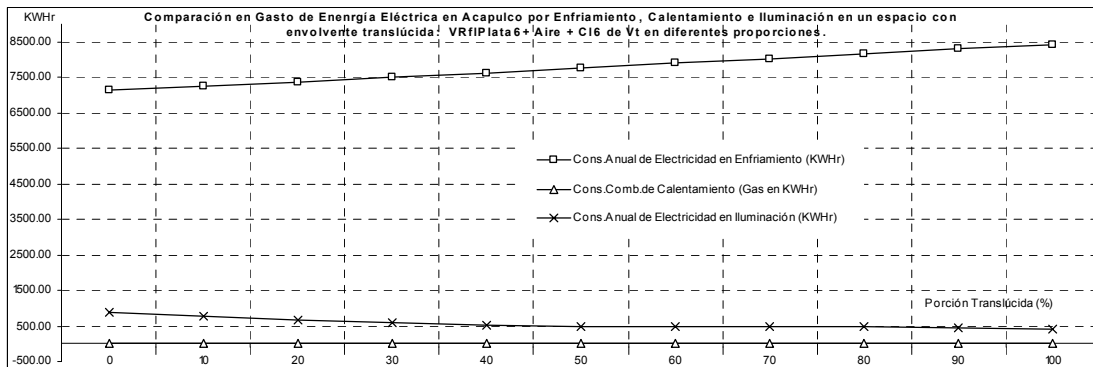


Gráfica 5.37.- Comportamiento térmico de la Envoltura con Vidrio Doble: VcT Verde Claro 6mm + Aire + VCl6mm: 24mm Vitro en la Cd. de Mexicali.

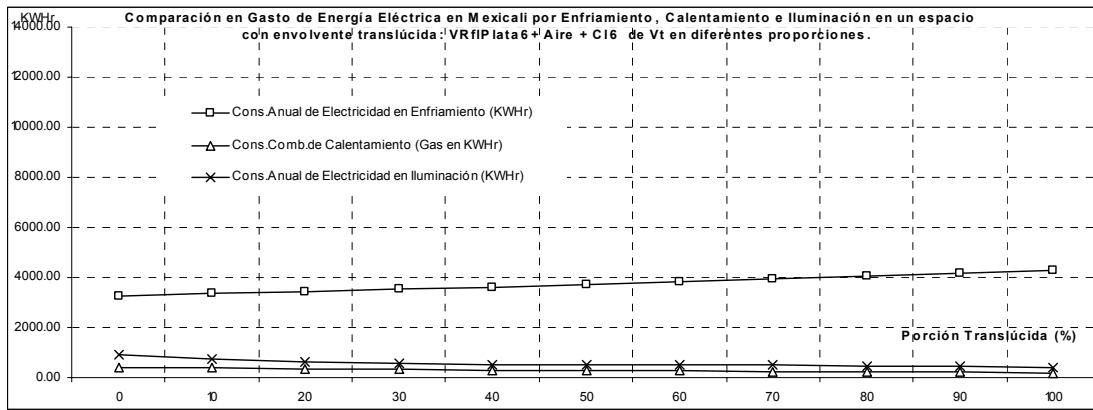
La simulación se realizó a 6 muestras de vidrios dobles Reflejante 6mm– plata y azul – y vidrio claro con cámara de aire, de 3 fabricantes, y con ubicación en tres ciudades con clima diferente (18 simulaciones). Los vidrios con cámara de aire tienen actualmente demanda por amortiguar la transferencia de calor y al vidrio reflejante se le prefiere por disminuir la ganancia de calor por su alta reflectancia. Se observa que con ellos, en Acapulco y Mexicali, el gasto primordial en energía (KW/hr) —ante diferentes proporciones— continúa siendo el de Enfriamiento (Gráficas 5.39 y 5.40). En la Cd de Méx. el gasto por enfriamiento es menor al de iluminación en proporción inferior al 60% (Gráfica 5.38), lo que nos indica el alto gasto que por iluminación se debe hacer por este tipo de vidrio. En Mexicali y Acapulco no es tan notable, ya que se ve enmascarado por el gasto de enfriamiento.



Gráfica 5.38.- Comportamiento térmico de la Envoltura con Vidrio Doble: ReflejantePlata 6mm + Aire + VCl6 6mm: 24mm Vitro en la Cd. de México.

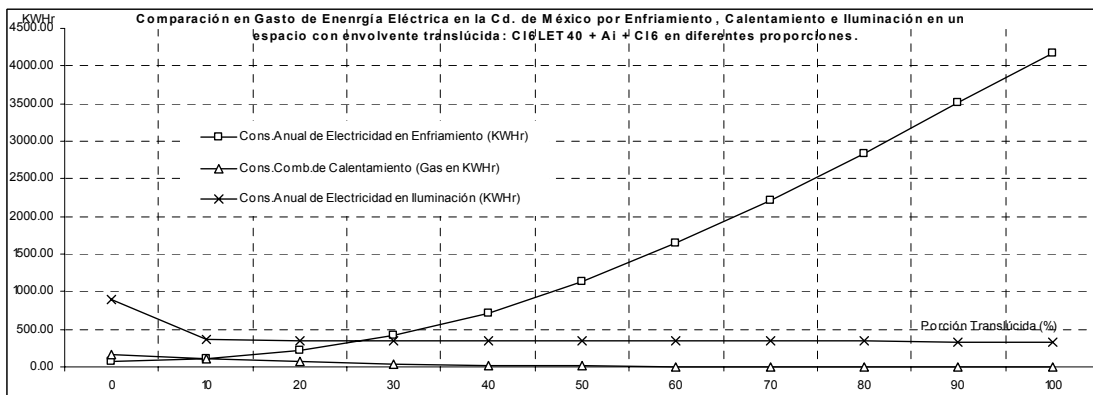


Gráfica 5.39.- Comportamiento térmico de la Envoltura con Vidrio Doble: ReflejantePlata 6mm + Aire + VCl6 6mm: 24mm Vitro en la Cd. de Acapulco.

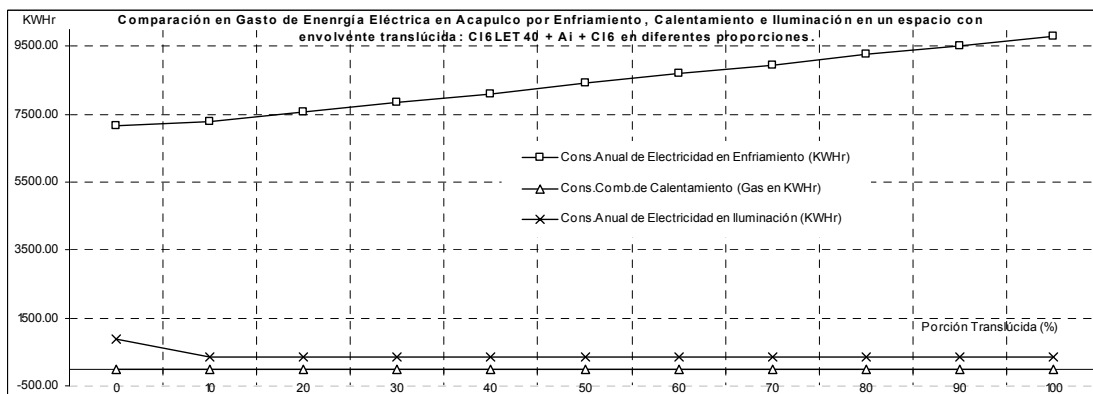


Gráfica 5.40.- Comportamiento térmico de la Envoltente con Vidrio Doble: ReflejantePlata 6mm + Aire + VC16 6mm: 24mm Vitro en la Cd. de Mexicali.

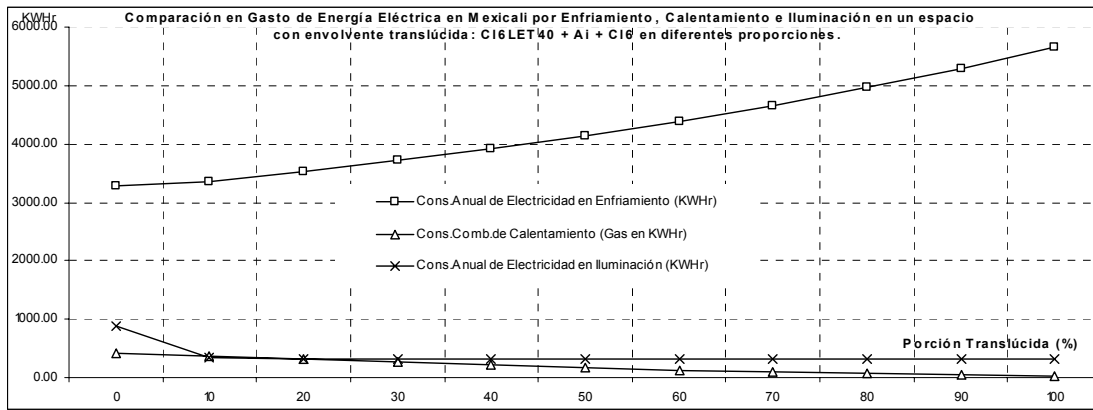
La simulación se realizó a 6 muestras de vidrios dobles Claro con LE 6mm con cámara de aire, de la base de datos del LBNL, y en la simulación considerando la ubicación en tres ciudades con clima diferente (18 simulaciones). Los vidrios con cámara de aire y LE tienen actualmente demanda por amortiguar la transferencia de calor, ya que el recubrimiento LE al reflejar la radiación infrarroja disminuye la transferencia de calor reduciendo las ganancias y/o pérdidas de calor. Se observa que con ellos, en Acapulco y Mexicali, el gasto primordial en energía (KW/hr) —ante diferentes proporciones— continúa siendo el de Enfriamiento (Gráficas 5.42 y 5.43). En la Cd de Méx. el gasto por enfriamiento con él es menor al de iluminación en proporciones inferiores de la proporción translúcida de 25% (Gráfica 5.41).



Gráfica 5.41.- Comportamiento térmico de la Envoltente con Vidrio Doble: ClaroLET40 6mm + Aire + VC16 6mm: 24mm Vitro en la Cd. de México.

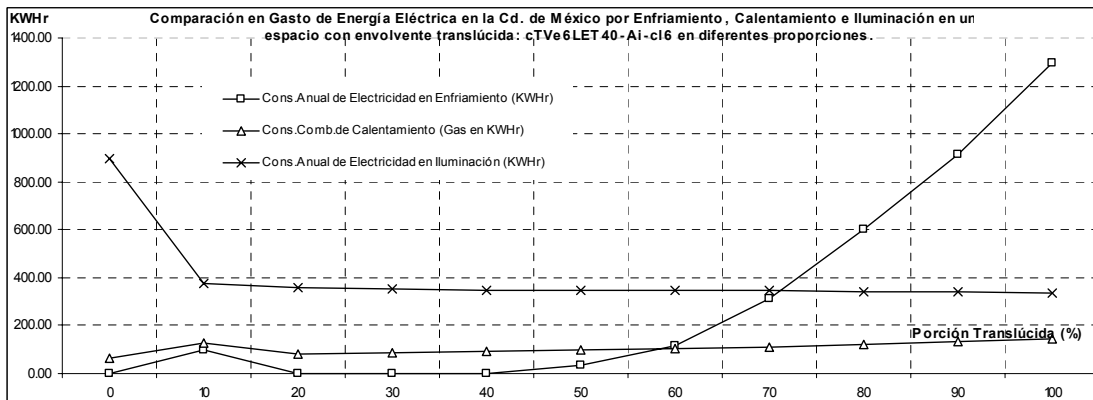


Gráfica 5.42.- Comportamiento térmico de la Envoltente con Vidrio Doble: ClaroLET40 6mm + Aire + VC16 6mm: 24mm Vitro en la Cd. de Acapulco.

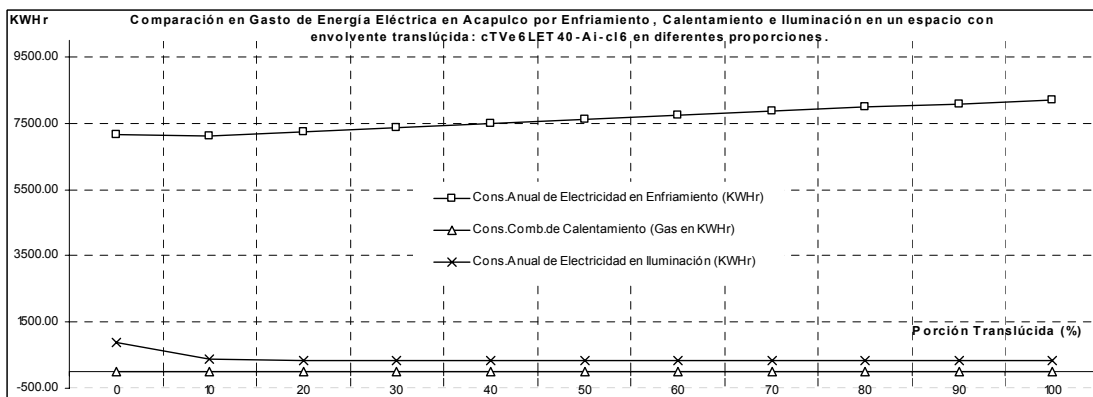


Gráfica 5.43.- Comportamiento térmico de la Envoltente con Vidrio Doble: ClaroLET40 6mm + Aire + VC16 6mm: 24mm Vitro en la Cd. de Mexicali.

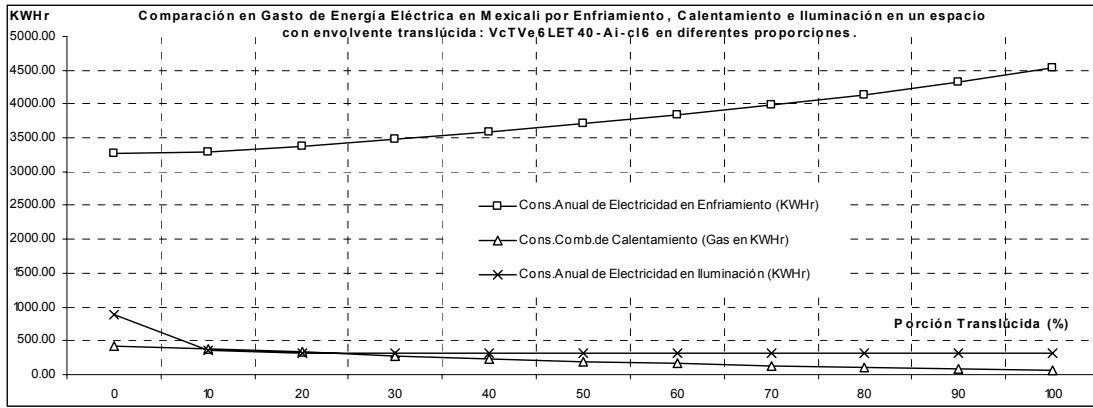
La simulación se realizó a 9 muestras de vidrios dobles Entintado –Gris, Bronce o Verde 6mm, con recubrimiento Low E40, y como segundo vidrio en claro 6mm, con cámara de aire y sus datos térmicos-ópticos corresponden a la base de datos internacionales del LBNL; la simulación considera el ambiente de tres ciudades con clima diferente (27 simulaciones). Los vidrios con cámara de aire tienen actualmente demanda por amortiguar la transferencia de calor y el recubrimiento LE al reflejar la radiación infrarroja disminuye la transferencia de calor reduciendo las ganancias y/o pérdidas de calor. Se observa que con ellos, en Acapulco y Mexicali, el gasto primordial en energía (KW/hr) —ante diferentes proporciones— es el de Enfriamiento (Gráf. 5.45 y 5.46). En la Cd de Méx. el gasto por enfriamiento con él es menor al de iluminación en proporciones inferiores de la porción translúcida de 70% (Gráf. 5.44).



Gráfica 5.44.- Comportamiento térmico de la Envoltente con Vidrio Doble: CTVeLET40 6mm + Aire + VC16 6mm: 24mm Vitro en la Cd. de México.

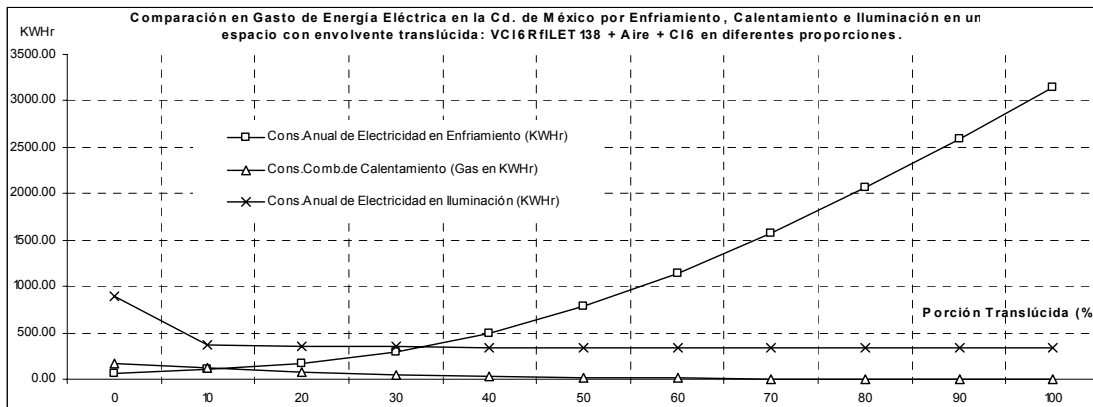


Gráfica 5.45.- Comportamiento térmico de la Envoltente con Vidrio Doble: CTVeLET40 6mm + Aire + VC16 6mm: 24mm Vitro en la Acapulco.

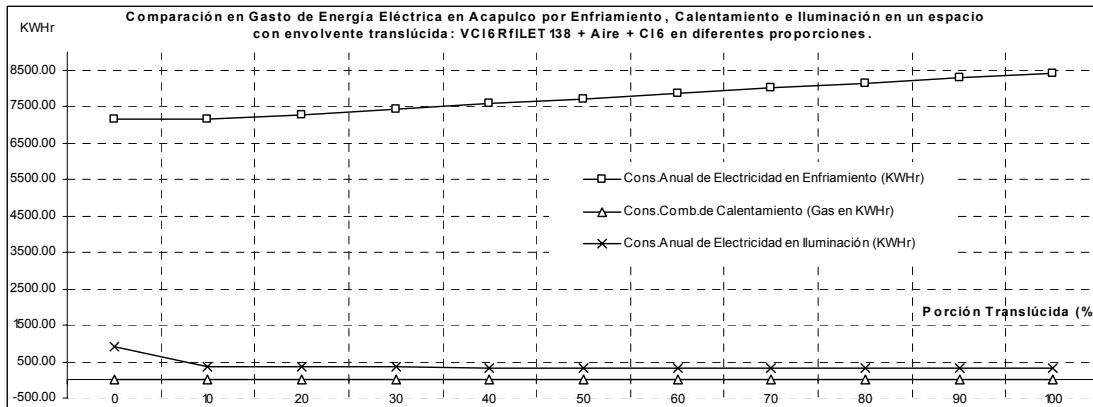


Gráfica 5.46.- Comportamiento térmico de la Envoltente con Vidrio Doble: CTVeLET40 6mm + Aire + VC16 6mm: 24mm Vitro en la Mexicali.

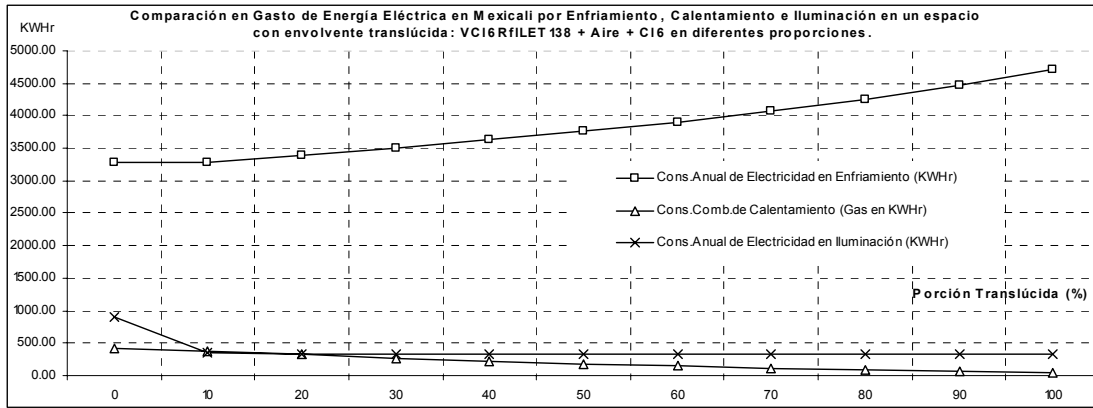
La simulación se realizó a 3 muestras de vidrios dobles Reflejante s/Vclaro –Plata y Azul-6mm con LE diverso: 138, 146 y 159 y Vclaro 6mm, con cámara de aire, y la simulación en tres ciudades con clima diferente (9 simulaciones). El Low E tiene diferencias en cuanto a la transmitancia del visible y la reflectancia del infrarrojo, con lo que disminuye la transferencia de calor. Estos vidrios se seleccionaron de la base de datos del LBNL. Se observa que en Ciudades como Acapulco y Mexicali, el gasto primordial en energía (KW/hr) —ante diferentes proporciones— continúa siendo el de Enfriamiento (Gráficas 5.48 y 5.49). En la Cd de Méx. el gasto por enfriamiento es menor al de iluminación en proporciones inferiores de la porción translúcida de 30% (Gráfica 5.47).



Gráfica 5.47.- Comportamiento térmico de la Envoltente con Vidrio Doble: ReflejanteLET138 6mm + Aire + VC16 6mm: 24mm Vitro en la Cd. de México.



Gráfica 5.48.- Comportamiento térmico de la Envoltente con Vidrio Doble: ReflejanteLET138 6mm + Aire + VC16 6mm: 24mm Vitro en la Cd. de Acapulco.



Gráfica 5.49.- Comportamiento térmico de la Envoltente con Vidrio Doble: ReflejanteLET138 6mm + Aire + VC16 6mm: 24mm Vitro en la Cd. de Mexicali.

Los datos, resultado de las 1713 simulaciones ya descritas y que generaron a las gráficas del Anexo B, —en las que se compara en cada vidrio, y en cada ciudad, el gasto energético por enfriamiento, calentamiento e iluminación— se encuentran en el mismo anexo, al final, organizadas por ciudad y por el gasto energético (KW/hr) en los conceptos de climatización enfriamiento, calentamiento e iluminación.

Considerando que el mayor gasto energético en casi todos los vidrios y en las 3 ubicaciones geográficas seleccionadas es por el concepto de enfriamiento, se determinó la participación porcentual por este concepto en el gasto total de energía, para cada uno de los vidrios, en todas sus proporciones, incluyendo la porción translúcida inexistente u opaca, y en cada una de las ciudades seleccionadas; participación porcentual que se presenta en las Tablas 5.11, 5.12 y 5.13 para las Ciudades de México, Acapulco y Mexicali respectivamente.

GASTO DE ENERGIA (%) POR ENFRIAMIENTO EN LA ENVOLVENTE TRANSLUCIDA EN LA CD. DE MEXICO

Núm.	TIPO DE VIDRIO	PORCION TRANSLUCIDA										
		0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
1	Cl6Vt-0-100CM	5.80	42.39	71.50	84.27	89.97	92.70	94.09	94.88	95.36	95.65	95.83
2	Cl6SG-0-100CM	5.80	43.79	72.90	85.13	90.51	93.05	94.36	95.10	95.54	95.81	95.98
3	Cl6Vir-0-100CM	5.80	40.27	69.25	82.84	89.06	92.09	93.65	94.53	95.06	95.38	95.59
4	cTGr6Vt-0-100CM	5.80	26.36	46.73	64.31	75.94	82.85	87.05	89.51	91.01	91.95	92.56
5	cTGr6SG-0-100CM	5.80	25.21	44.04	61.27	73.42	80.95	85.62	88.37	90.03	91.07	91.76
6	cTGr6Vir-0-100CM	5.80	23.64	40.44	56.94	69.71	78.09	83.54	86.84	88.85	90.11	90.93
7	cTBr6Vt-0-100CM	5.80	26.01	48.13	65.82	77.11	83.72	87.68	89.98	91.37	92.24	92.81
8	cTBr6SG-0-100CM	5.80	26.10	45.88	63.32	75.11	82.23	86.55	89.07	90.58	91.53	92.15
9	cTBr6Vir-0-100CM	5.80	26.74	47.22	64.75	76.23	83.07	87.16	89.52	90.92	91.81	92.40
10	cTVe6Vt-0-100CM	5.85	27.60	48.87	66.43	77.52	84.03	87.90	90.13	91.47	92.31	92.86
11	cTVe6SG-0-100CM	5.85	25.85	45.00	62.15	74.11	81.46	86.00	88.64	90.20	91.19	91.84
12	cTVe6Vir-0-100CM	5.85	24.92	42.93	59.75	72.09	79.91	84.89	87.84	89.60	90.70	91.44
13	RfPI6Vt-0-100CM	5.85	6.23	6.96	7.93	9.10	10.37	11.88	13.78	16.20	19.46	23.07
14	RfPI6SG-0-100CM	5.85	5.75	5.91	6.36	6.97	7.78	8.79	10.18	12.12	14.82	17.96
15	RfPI6Vir-0-100CM	5.85	5.85	6.17	6.72	7.58	8.67	9.97	11.68	14.02	17.32	21.19
16	RfIAzVt-0-100CM	5.85	16.12	25.13	34.36	44.98	55.18	64.00	71.23	77.03	81.19	84.02
17	RfIAzSG-0-100CM	5.85	11.84	17.64	23.28	29.50	36.95	44.74	53.19	61.56	68.83	74.12
18	RfIAzVir-0-100CM	5.85	10.69	14.86	19.07	23.43	28.65	34.77	41.47	49.22	57.35	64.59
19	Vlam Cl6+pbv+Cl6 Vitro-0-100CM	5.85	35.73	63.61	79.07	86.55	90.45	92.49	93.65	94.35	94.79	95.06
20	Vlam Cl6+pbv+Cl6 Saint Gobain-0-100CM	5.85	41.31	70.37	83.55	89.53	92.40	93.87	94.71	95.21	95.52	95.71
21	Vlam Cl6+pbv+Cl6 Viracon-0-100CM	5.85	32.78	58.87	75.53	84.07	88.77	91.27	92.89	93.54	94.07	94.41
22	VCl6+Ai+Cl6 Vitro-0-100CM	5.85	44.62	75.26	86.93	91.67	93.99	95.31	96.16	96.74	97.16	97.46
23	VCl6+Ai+Cl6 Saint Gobain-0-100CM	5.85	47.52	77.59	88.24	92.45	94.51	95.70	96.46	96.99	97.37	97.64
24	VCl6+Ai+Cl6 Viracon-0-100CM	5.85	43.11	73.94	86.16	91.22	93.69	95.09	95.98	96.60	97.04	97.35
25	cTGr6+Ai+Cl6Vt-0-100CM	5.85	28.89	54.76	73.00	82.69	87.95	90.95	92.81	94.07	94.96	95.59
26	cTGr6+Ai+Cl6SG-0-100CM	5.85	27.29	51.30	69.88	80.45	86.38	89.82	91.95	93.40	94.40	95.10
27	cTGr6+Ai+Cl6Vir-0-100CM	5.85	25.07	46.14	64.69	76.59	83.57	87.79	90.45	92.23	93.46	94.32
28	cTBr6+Ai+Cl6Vt-0-100CM	5.85	30.21	57.08	74.82	83.97	88.84	91.59	93.30	94.45	95.26	95.83
29	cTBr6+Ai+Cl6SG-0-100CM	5.85	28.74	54.09	72.41	82.27	87.67	90.75	92.66	93.95	94.84	95.47
30	cTBr6+Ai+Cl6Vir-0-100CM	5.85	28.45	53.42	71.86	81.90	87.42	90.58	92.54	93.86	94.77	95.41
31	cTVe6+Ai+Cl6Vt-0-100CM	5.85	30.52	57.34	74.98	84.05	88.89	91.64	93.35	94.48	95.27	95.82
32	cTVe6+Ai+Cl6SG-0-100CM	5.85	28.59	53.49	71.83	81.84	87.38	90.56	92.53	93.85	94.75	95.38
33	cTVe6+Ai+Cl6Vir-0-100CM	5.85	26.97	50.11	68.70	79.58	85.79	89.43	91.69	93.19	94.23	94.95
34	VRfPIata6mm+Aire+Cl6 Vitro-0-100CM	5.85	9.30	13.92	19.58	26.82	35.44	43.45	51.50	59.70	66.93	72.46
35	VRfPIata6mm+Aire+Cl6 Saint Gobain-0-100CM	5.85	6.44	7.23	8.19	9.35	10.53	11.54	12.81	14.76	17.11	19.66
36	VRfPIata6mm+Aire+Cl6 Viracon-0-100CM	5.85	6.51	7.40	8.46	9.75	11.06	12.21	13.61	15.64	18.19	21.00
37	VRfIAzul6mm+Aire+Cl6 Vitro-0-100CM	5.85	20.07	35.12	51.79	65.56	75.09	81.30	85.50	88.43	90.47	91.91
38	VRfIAzul6mm+Aire+Cl6 Saint Gobain-0-100CM	5.85	12.86	20.52	28.05	36.77	46.25	55.24	63.24	69.89	75.07	79.19
39	VRfIAzul6mm+Aire+Cl6 Viracon-0-100CM	5.85	11.58	17.65	23.67	29.92	37.47	45.50	53.49	60.92	67.29	72.42
40	cl6LET40-Ai-cl6-10-0-CM	5.85	19.51	33.90	51.86	66.28	76.31	82.65	86.56	89.28	91.23	92.56
41	cl6LET40-Ar-cl6-10-0-CM	5.85	19.94	35.33	54.20	68.94	78.34	84.18	87.82	90.25	91.93	93.12
42	cl6LET85-Ai-cl6-10-0-CM	5.85	37.46	69.65	83.90	89.98	92.84	94.46	95.49	96.21	96.73	97.13
43	cl6LET85-Ar-cl6-10-0-CM	5.85	38.82	71.56	85.13	90.72	93.34	94.82	95.77	96.43	96.92	97.29
44	cl6LEHSC70-Ai-cl6-10-0-CM	5.85	26.78	51.75	71.51	82.13	87.73	90.84	92.75	94.02	94.93	95.59
45	cl6LEHSC70-Ar-cl6-10-0-CM	5.85	27.30	53.48	73.31	83.47	88.66	91.51	93.25	94.41	95.24	95.86
46	VcTGr6LET40-Ai-cl6-10-0-CM	5.85	13.10	17.10	31.34	43.24	54.73	64.42	71.95	77.79	82.13	85.24
47	VcTGr6LET85-Ai-cl6-10-0-CM	5.85	22.88	38.98	62.59	75.52	83.13	87.57	90.30	92.13	93.42	94.35
48	VcTGr6LEHSC70-Ai-cl6-10-0-CM	5.85	17.62	27.50	45.04	59.84	70.92	78.41	83.50	86.96	89.34	90.99
49	VcTBr6LET40-Ai-cl6-10-0-CM	5.85	14.48	22.32	34.83	47.77	61.10	68.91	75.86	80.91	84.57	87.20
50	VcTBr6LET85-Ai-cl6-10-0-CM	5.85	19.36	30.77	50.97	65.90	75.86	82.30	86.43	89.21	91.11	92.45
51	VcTBr6LEHSC70-Ai-cl6-10-0-CM	5.85	19.36	30.77	50.97	65.90	75.86	82.30	86.43	89.21	91.11	92.45
52	VcTVe6LE40-Ai-cl6-10-0-CM	5.85	16.02	24.42	38.84	52.61	64.37	72.98	79.18	83.19	86.43	88.99
53	VcTVe6LE85-Ai-cl6-10-0-CM	5.85	26.76	47.65	71.26	81.89	87.56	90.72	92.66	93.95	94.87	95.54
54	VcTVe6LEHSC70-Ai-cl6-10-0-CM	5.85	22.37	37.29	60.82	74.16	82.23	86.95	89.89	91.83	93.18	94.14
55	Cl6RfIET138-Aire-Cl6-0-100CM	5.85	17.07	28.30	42.52	57.10	68.54	76.47	82.01	85.84	88.50	90.36
56	Cl6RfIET146-Aire-Cl6-0-100CM	5.85	20.65	36.52	55.57	69.56	78.72	84.42	88.00	90.38	92.03	93.20
57	Cl6RfIET159-Aire-Cl6-0-100CM	5.85	23.63	44.41	64.49	77.06	84.27	88.40	90.94	92.63	93.80	94.66

Tabla 5.11.- Participación (%) por enfriamiento en la ZMCM, por tipo de vidrio y por proporción translúcida.

GASTO DE ENERGIA (%) POR ENFRIAMIENTO EN LA ENVOLVENTE TRANSLUCIDA EN LA CD. DE ACAPULCO

Núm.	TIPO DE VIDRIO	PORCION TRANSLUCIDA										
		0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
1	Cl6Vl-0-100ACA	89.75	96.64	97.27	97.70	98.00	98.23	98.40	98.55	98.68	98.78	98.87
2	Cl6SG-0-100ACA	89.75	96.66	97.30	97.72	98.02	98.25	98.43	98.58	98.70	98.80	98.89
3	Cl6Vir-0-100ACA	89.75	96.61	97.23	97.65	97.95	98.18	98.36	98.51	98.64	98.75	98.84
4	cTGr6Vt-0-100ACA	89.75	96.17	96.77	97.19	97.51	97.75	97.94	98.10	98.25	98.38	98.49
5	cTGr6SG-0-100ACA	89.75	96.16	96.77	97.19	97.51	97.76	97.95	98.11	98.26	98.39	98.50
6	cTGr6Vir-0-100ACA	89.75	96.16	96.74	97.15	97.46	97.71	97.90	98.06	98.21	98.34	98.45
7	cTBr6Vt-0-100ACA	89.75	96.24	96.82	97.24	97.55	97.79	97.98	98.14	98.29	98.41	98.52
8	cTBr6SG-0-100ACA	89.75	96.24	96.83	97.25	97.56	97.80	97.99	98.15	98.30	98.42	98.53
9	cTBr6Vir-0-100ACA	89.75	96.28	96.87	97.29	97.60	97.84	98.03	98.18	98.33	98.45	98.56
10	cTVe6Vt-0-100ACA	88.88	96.11	96.73	97.17	97.50	97.75	97.95	98.12	98.27	98.39	98.50
11	cTVe6SG-0-100ACA	88.88	96.08	96.72	97.15	97.49	97.74	97.94	98.11	98.26	98.39	98.50
12	cTVe6Vir-0-100ACA	88.88	96.07	96.68	97.12	97.44	97.69	97.90	98.07	98.22	98.35	98.46
13	RfPI6Vt-0-100ACA	88.88	90.70	92.24	93.44	94.21	94.56	94.66	94.75	95.00	95.27	95.49
14	RfPI6SG-0-100ACA	88.88	90.73	92.29	93.50	94.28	94.64	94.75	94.86	95.11	95.39	95.61
15	RfPI6Vir-0-100ACA	88.88	90.42	91.82	92.96	93.86	94.33	94.47	94.60	94.93	95.28	95.55
16	RfAZ6Vt-0-100ACA	88.88	95.35	95.76	96.34	96.64	96.89	97.08	97.26	97.42	97.58	97.72
17	RfAZ6SG-0-100ACA	88.88	94.58	95.57	96.06	96.40	96.65	96.85	97.02	97.20	97.36	97.50
18	RfAZ6Vir-0-100ACA	88.88	94.59	95.46	95.88	96.18	96.39	96.57	96.73	96.89	97.05	97.19
19	Vlam Cl6+pbv+Cl6 Vitro-0-100ACA	88.87	96.27	96.94	97.40	97.72	97.97	98.17	98.34	98.48	98.60	98.69
20	Vlam Cl6+pbv+Cl6 Saint Gobain-0-100ACA	88.87	96.39	97.09	97.55	97.88	98.13	98.32	98.48	98.61	98.72	98.82
21	Vlam Cl6+pbv+Cl6 Viracon-0-100ACA	88.87	96.23	96.88	97.33	97.66	97.91	98.11	98.27	98.41	98.54	98.64
22	VCi6+Ai+Cl6 Vitro-0-100ACA	88.87	96.18	96.82	97.27	97.60	97.85	98.05	98.22	98.36	98.48	98.59
23	VCi6+Ai+Cl6 Saint Gobain-0-100ACA	88.87	96.23	96.89	97.35	97.67	97.92	98.12	98.29	98.43	98.55	98.65
24	VCi6+Ai+Cl6 Viracon-0-100ACA	88.87	96.15	96.78	97.23	97.56	97.81	98.01	98.18	98.32	98.45	98.55
25	cTGr6+Ai+Cl6Vt-0-100ACA	88.87	95.64	96.23	96.64	96.97	97.24	97.44	97.62	97.78	97.93	98.06
26	cTGr6+Ai+Cl6SG-0-100ACA	88.87	95.60	96.18	96.59	96.91	97.17	97.38	97.55	97.72	97.87	98.00
27	cTGr6+Ai+Cl6Vir-0-100ACA	88.87	95.57	96.10	96.49	96.80	97.05	97.25	97.42	97.59	97.73	97.86
28	cTBr6+Ai+Cl6Vt-0-100ACA	88.87	95.75	96.32	96.75	97.07	97.33	97.54	97.71	97.87	98.01	98.14
29	cTBr6+Ai+Cl6SG-0-100ACA	88.87	95.71	96.28	96.69	97.02	97.27	97.47	97.65	97.81	97.95	98.08
30	cTBr6+Ai+Cl6Vir-0-100ACA	88.87	95.73	96.28	96.69	97.00	97.25	97.45	97.63	97.79	97.93	98.06
31	cTVe6+Ai+Cl6Vt-0-100ACA	88.87	95.90	96.45	96.84	97.16	97.40	97.60	97.77	97.92	98.06	98.17
32	cTVe6+Ai+Cl6SG-0-100ACA	88.87	95.83	96.37	96.76	97.06	97.31	97.51	97.68	97.83	97.97	98.08
33	cTVe6+Ai+Cl6Vir-0-100ACA	88.87	95.80	96.31	96.68	96.97	97.22	97.41	97.58	97.73	97.87	97.98
34	VRfPlata6mm+Ai+Cl6 Vitro-0-100ACA	88.87	90.33	91.66	92.75	93.64	94.09	94.19	94.29	94.60	94.94	95.18
35	VRfPlata6mm+Ai+Cl6 Saint Gobain-0-100ACA	88.87	90.03	91.13	92.04	92.77	93.07	92.97	92.86	93.03	93.24	93.35
36	VRfPlata6mm+Ai+Cl6 Viracon-0-100ACA	88.87	90.02	91.12	92.03	92.76	93.05	92.95	92.84	93.00	93.21	93.32
37	VRfAzul6mm+Ai+Cl6 Vitro-0-100ACA	88.87	95.13	95.74	96.09	96.36	96.58	96.76	96.93	97.09	97.24	97.38
38	VRfAzul6mm+Ai+Cl6 Saint Gobain-0-100ACA	88.87	94.14	95.07	95.45	95.70	95.87	96.00	96.11	96.24	96.38	96.50
39	VRfAzul6mm+Ai+Cl6 Viracon-0-100ACA	88.87	94.05	94.91	95.24	95.43	95.56	95.64	95.71	95.81	95.92	96.01
40	cl6LET40-Ai-cl6-10-0-ACA	88.87	95.20	95.54	95.76	95.95	96.11	96.23	96.34	96.47	96.59	96.70
41	cl6LET40-Ar-cl6-10-0-ACA	88.87	95.18	95.49	95.70	95.87	96.02	96.13	96.23	96.35	96.46	96.56
42	cl6LET85-Ai-cl6-10-0-ACA	88.87	95.90	96.43	96.81	97.11	97.35	97.55	97.72	97.87	98.00	98.12
43	cl6LET85-Ar-cl6-10-0-ACA	88.87	95.90	96.41	96.79	97.09	97.33	97.53	97.70	97.85	97.99	98.10
44	cl6LEHSC770-Ai-cl6-10-0-ACA	88.87	95.64	96.03	96.32	96.57	96.76	96.93	97.08	97.22	97.35	97.47
45	cl6LEHSC770-Ar-cl6-10-0-ACA	88.87	95.62	95.99	96.27	96.50	96.69	96.85	97.00	97.13	97.26	97.38
46	VcTGr6LET40-Ai-cl6-10-0-ACA	88.87	95.64	96.23	96.64	96.97	97.24	97.44	97.62	97.78	97.93	98.06
47	VcTGr6LET85-Ai-cl6-10-0-ACA	88.87	95.60	96.18	96.59	96.91	97.17	97.38	97.55	97.72	97.87	98.00
48	VcTGr6LEHSC770-Ai-cl6-10-0-ACA	88.87	95.57	96.10	96.49	96.80	97.05	97.25	97.42	97.59	97.73	97.86
49	VcTBr6LET40-Ai-cl6-10-0-ACA	88.87	95.75	96.32	96.75	97.07	97.33	97.54	97.71	97.87	98.01	98.14
50	VcTBr6LET85-Ai-cl6-10-0-ACA	88.87	95.71	96.28	96.69	97.02	97.27	97.47	97.65	97.81	97.95	98.08
51	VcTBr6LEHSC770-Ai-cl6-10-0-ACA	88.87	95.73	96.28	96.69	97.00	97.25	97.45	97.63	97.79	97.93	98.06
52	VcTVe6LE40-Ai-cl6-10-0-ACA	88.87	95.90	96.45	96.84	97.16	97.40	97.60	97.77	97.92	98.06	98.17
53	VcTVe6LE85-Ai-cl6-10-0-ACA	88.87	95.83	96.37	96.76	97.06	97.31	97.51	97.68	97.83	97.97	98.08
54	VcTVe6LEHSC770-Ai-cl6-10-0-ACA	88.87	95.80	96.31	96.68	96.97	97.22	97.41	97.58	97.73	97.87	97.98
55	Cl6RfILET138-Aire-Cl6-0-100ACA	88.87	95.11	95.38	95.54	95.67	95.78	95.85	95.93	96.02	96.10	96.18
56	Cl6RfILET146-Aire-Cl6-0-100ACA	88.87	95.31	95.61	95.84	96.04	96.19	96.31	96.43	96.55	96.67	96.78
57	Cl6RfILET159-Aire-Cl6-0-100ACA	88.87	95.48	95.83	96.11	96.32	96.52	96.66	96.80	96.94	97.07	97.19

Tabla 5.12.- Participación (%) por enfriamiento en la Cd. de Acapulco, por tipo de vidrio y por proporción translúcida.

En las Tablas 5.11, 5.12 y 5.13 el gasto porcentual con el que participa el enfriamiento, es en efecto el mayor gasto energético, excepto en el caso de los vidrios reflejantes en los tonos plata y azul, tanto en las formas monolítica como en unidades dobles, y de estos, por áreas iguales en la envolvente translúcida, con el que menos energía se gasta en enfriamiento es el plata; sin embargo, cabe destacar que por la baja transmitancia en el visible, los reflejantes en estas dos tonalidades y en las dos arreglos, monolítico o en unidades dobles, son los que demandan más gasto energético por concepto de iluminación.

GASTO DE ENERGIA (%) POR ENFRIAMIENTO EN LA ENVOLVENTE TRANSLUCIDA EN LA CD. DE MEXICALI

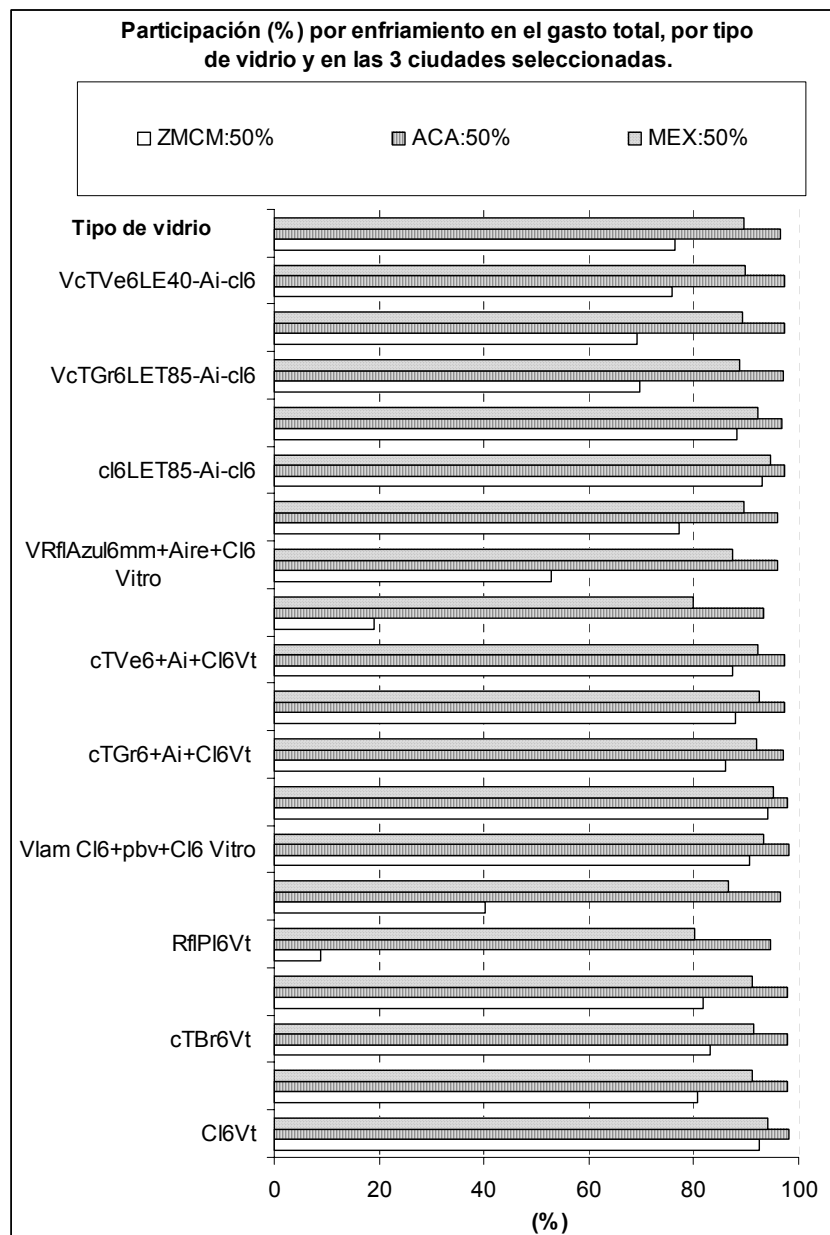
Núm.	TIPO DE VIDRIO	PORCIÓN TRANSLUCIDA										
		0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
1	Cl6Vt-0-100MEX	71.48	86.39	89.65	91.74	93.15	94.09	94.71	95.14	95.46	95.71	95.91
2	Cl6SG-0-100MEX	71.48	86.55	89.87	91.98	93.39	94.32	94.93	95.35	95.65	95.90	96.08
3	Cl6Vir-0-100MEX	71.48	86.22	89.43	91.51	92.94	93.91	94.56	95.01	95.34	95.60	95.81
4	cTGr6Vt-0-100MEX	71.48	84.50	87.20	89.08	90.47	91.52	92.31	92.91	93.39	93.76	94.06
5	cTGr6SG-0-100MEX	71.48	84.36	87.00	88.82	90.17	91.18	91.95	92.55	93.02	93.39	93.69
6	cTGr6Vir-0-100MEX	71.48	84.18	86.66	88.42	89.73	90.73	91.51	92.12	92.60	92.99	93.30
7	cTBr6Vt-0-100MEX	71.48	84.66	87.34	89.23	90.61	91.66	92.45	93.05	93.52	93.88	94.17
8	cTBr6SG-0-100MEX	71.48	84.57	87.18	89.01	90.36	91.38	92.15	92.74	93.20	93.57	93.86
9	cTBr6Vir-0-100MEX	71.48	84.69	87.30	89.15	90.50	91.52	92.29	92.87	93.33	93.69	93.98
10	cTVe6Vt-0-100MEX	71.48	84.79	87.38	89.25	90.62	91.67	92.46	93.05	93.52	93.88	94.17
11	cTVe6SG-0-100MEX	71.48	84.60	87.07	88.86	90.19	91.19	91.96	92.56	93.02	93.40	93.69
12	cTVe6Vir-0-100MEX	71.48	84.47	86.87	88.62	89.94	90.94	91.72	92.32	92.80	93.19	93.49
13	RfiPI6Vt-0-100MEX	71.48	74.61	76.86	78.41	79.67	80.49	80.85	81.20	81.82	82.50	83.07
14	RfiPI6SG-0-100MEX	71.48	74.54	76.71	78.16	79.35	80.08	80.38	80.68	81.24	81.87	82.38
15	RfiPI6Vir-0-100MEX	71.48	74.08	76.29	77.77	78.95	79.76	80.13	80.50	81.18	81.82	82.52
16	RfiAZvt-0-100MEX	71.48	82.45	84.57	86.00	87.19	88.14	88.94	89.62	90.20	90.71	91.13
17	RfiAZSG-0-100MEX	71.48	80.33	83.02	84.53	85.59	86.42	87.10	87.69	88.24	88.73	89.15
18	RfiAZVir-0-100MEX	71.48	80.22	82.56	83.84	84.76	85.49	86.11	86.66	87.18	87.66	88.09
19	Vlam Cl6+pbv+Cl6 Vitro -0-100MEX	71.48	85.73	88.77	90.83	92.27	93.31	94.03	94.54	94.92	95.21	95.44
20	Vlam Cl6+pbv+Cl6 Saint Gobain -0-100MEX	71.48	86.30	89.54	91.64	93.07	94.04	94.68	95.12	95.45	95.70	95.90
21	Vlam Cl6+pbv+Cl6 Viracon -0-100MEX	71.48	85.42	88.31	90.31	91.74	92.78	93.53	94.07	94.48	94.80	95.05
22	VCl6+Ai+Cl6 Vitro -0-100MEX	71.48	86.24	89.77	92.16	93.84	95.03	95.81	96.32	96.70	96.99	97.22
23	VCl6+Ai+Cl6 Saint Gobain -0-100MEX	71.48	86.51	90.15	92.55	94.21	95.35	96.07	96.54	96.90	97.17	97.39
24	VCl6+Ai+Cl6 Viracon -0-100MEX	71.48	86.10	89.57	91.96	93.64	94.85	95.67	96.20	96.59	96.89	97.13
25	cTGr6+Ai+Cl6Vt-0-100MEX	71.48	84.33	87.35	89.57	91.25	92.56	93.59	94.41	95.03	95.49	95.83
26	cTGr6+Ai+Cl6SG-0-100MEX	71.48	84.10	87.02	89.18	90.83	92.12	93.16	93.99	94.64	95.13	95.49
27	cTGr6+Ai+Cl6Vir-0-100MEX	71.48	83.84	86.52	88.56	90.17	91.45	92.48	93.34	94.04	94.58	95.00
28	cTBr6+Ai+Cl6Vt-0-100MEX	71.48	84.62	87.62	89.84	91.52	92.81	93.83	94.62	95.21	95.64	95.96
29	cTBr6+Ai+Cl6SG-0-100MEX	71.48	84.43	87.33	89.51	91.17	92.45	93.48	94.29	94.91	95.37	95.71
30	cTBr6+Ai+Cl6Vir-0-100MEX	71.48	84.42	87.26	89.41	91.07	92.36	93.39	94.22	94.85	95.32	95.67
31	cTVe6+Ai+Cl6Vt-0-100MEX	71.48	84.78	87.64	89.82	91.48	92.76	93.78	94.57	95.15	95.58	95.90
32	cTVe6+Ai+Cl6SG-0-100MEX	71.48	84.53	87.27	89.39	91.02	92.31	93.33	94.16	94.79	95.26	95.60
33	cTVe6+Ai+Cl6Vir-0-100MEX	71.48	84.31	86.92	88.97	90.59	91.87	92.91	93.76	94.44	94.95	95.33
34	VRfiPlata6mm+Aire+Cl6 Vitro -0-100MEX	71.48	74.56	77.34	79.43	81.23	82.60	83.44	84.23	85.37	86.58	87.57
35	VRfiPlata6mm+Aire+Cl6 Saint Gobain -0-100MEX	71.48	73.59	75.47	76.73	77.76	78.42	78.56	78.70	79.31	80.08	80.68
36	VRfiPlata6mm+Aire+Cl6 Viracon -0-100MEX	71.48	73.60	75.49	76.76	77.81	78.48	78.63	78.79	79.42	80.20	80.81
37	VRfiAzul6mm+Aire+Cl6 Vitro -0-100MEX	71.48	82.47	85.18	87.07	88.61	89.86	90.93	91.82	92.60	93.28	93.84
38	VRfiAzul6mm+Aire+Cl6 Saint Gobain -0-100MEX	71.48	79.72	82.55	84.25	85.50	86.52	87.38	88.16	88.91	89.60	90.21
39	VRfiAzul6mm+Aire+Cl6 Viracon -0-100MEX	71.48	79.39	81.99	83.49	84.60	85.49	86.27	86.99	87.70	88.38	88.99
40	cl6LET40-Ai-cl6-10-0-MEX	71.48	82.67	84.80	86.57	88.14	89.51	90.71	91.77	92.78	93.59	94.26
41	cl6LET40-Ai-cl6-10-0-MEX	71.48	82.69	84.86	86.67	88.31	89.74	91.00	92.12	93.10	93.90	94.52
42	cl6LET85-Ai-cl6-10-0-MEX	71.48	85.31	88.63	91.13	93.01	94.44	95.46	96.17	96.67	97.05	97.35
43	cl6LET85-Ai-cl6-10-0-MEX	71.48	85.42	88.81	91.37	93.30	94.73	95.70	96.33	96.84	97.20	97.48
44	cl6LEHSCT70-Ai-cl6-10-0-MEX	71.48	84.03	86.61	88.80	90.62	92.12	93.37	94.37	95.14	95.72	96.17
45	cl6LEHSCT70-Ai-cl6-10-0-MEX	71.48	84.02	86.67	88.92	90.81	92.37	93.66	94.64	95.35	95.90	96.29
46	VcTGr6LET40-Ai-cl6-10-0-MEX	71.48	79.24	82.14	83.92	85.30	86.45	87.45	88.38	89.31	90.20	91.01
47	VcTGr6LET85-Ai-cl6-10-0-MEX	71.48	83.24	85.72	87.76	89.49	90.94	92.18	93.24	94.04	94.75	95.32
48	VcTGr6LEHSCT70-Ai-cl6-10-0-MEX	71.48	82.29	84.23	85.83	87.28	88.59	89.76	90.82	91.79	92.66	93.40
49	VcTBr6LET40-Ai-cl6-10-0-MEX	71.48	80.40	82.99	84.64	85.98	87.18	88.24	89.18	90.14	91.03	91.83
50	VcTBr6LET85-Ai-cl6-10-0-MEX	71.48	83.68	86.34	88.49	90.28	91.76	93.00	94.02	94.83	95.46	95.94
51	VcTBr6LEHSCT70-Ai-cl6-10-0-MEX	71.48	82.75	84.75	86.45	88.00	89.38	90.59	91.67	92.64	93.46	94.14
52	VcTVe6LE40-Ai-cl6-10-0-MEX	71.48	81.90	83.80	85.26	86.59	87.81	88.90	89.90	90.83	91.69	92.46
53	VcTVe6LE85-Ai-cl6-10-0-MEX	71.48	84.05	86.64	88.83	90.63	92.11	93.34	94.33	95.11	95.70	96.15
54	VcTVe6LEHSCT70-Ai-cl6-10-0-MEX	71.48	83.39	85.56	87.47	89.15	90.60	91.85	92.94	93.85	94.58	95.15
55	Cl6RfiLET138-Aire-Cl6-0-100MEX	71.41	82.15	83.96	85.47	86.86	88.14	89.28	90.32	91.28	92.16	92.92
56	Cl6RfiLET146-Aire-Cl6-0-100MEX	71.41	82.85	85.03	86.82	88.49	89.91	91.14	92.24	93.18	93.93	94.60
57	Cl6RfiLET159-Aire-Cl6-0-100MEX	71.41	83.43	85.79	87.82	89.55	91.02	92.28	93.35	94.22	94.91	95.45

Tabla 5.13.- Participación (%) por enfriamiento en la Cd. de Mexicali, por tipo de vidrio y por proporción translúcida.

De las 3 ubicaciones geográficas, la de la Cd. de Acapulco es la que presenta la mayor proporción en el gasto por enfriamiento, a pesar de que en verano la mayor temperatura se observa en la ubicación de Mexicali; y esto, se considera, se debe a que la oscilación térmica anual en Mexicali es de 20.9°C y su temperatura promedio anual es de 22.1 °C; y en Acapulco la oscilación térmica es de 2.6°C y su temperatura promedio anual de de 27.5°C, por lo que en la Cd. de Acapulco durante todo el año se tiene una carga térmica, lo que no sucede en la Cd. de Mexicali, ya que es estacional.

Se agrupó a vidrios con características parecidas para establecer rangos porcentuales en el consumo energético por enfriamiento en una proporción translúcida intermedia: 50%,

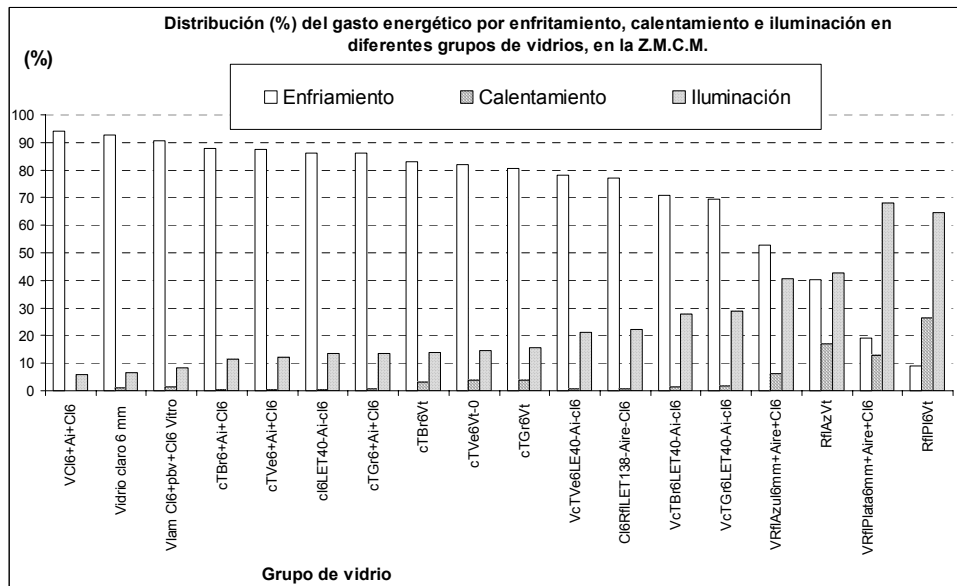
considerando a esta como una común o representativa en las edificaciones y como ejemplo. Los grupos consideran a los siguientes tipos de vidrio: el Claro monolítico de 6 mm; los entintados monolíticos en 6 mm con tonto gris, bronce y verde; los reflejantes monolíticos en 6 mm, en plata y azul; el laminado con claro 6 mm; la unidad doble de vidrio claro con cámara de aire; las unidades doble con vidrio claro y entintado, en tonos gris, bronce y verde, y con cámara de aire; las unidades dobles, con vidrio reflejante plata o azul y vidrio claro, y cámara de aire; las unidades dobles con vidrio claro y en diferentes niveles de Low E —40, 85 y 70— y cámara de aire; las unidades dobles con vidrio claro y entintado, en tonos gris, bronce y verde, y en diferentes niveles de Low E —40,85 y 70—y cámara de aire; y las unidades de doble vidrio claro-reflejante con cámara de aire y Low E de 138, 146 y 153, relación que se presenta en la gráfica 5.50.



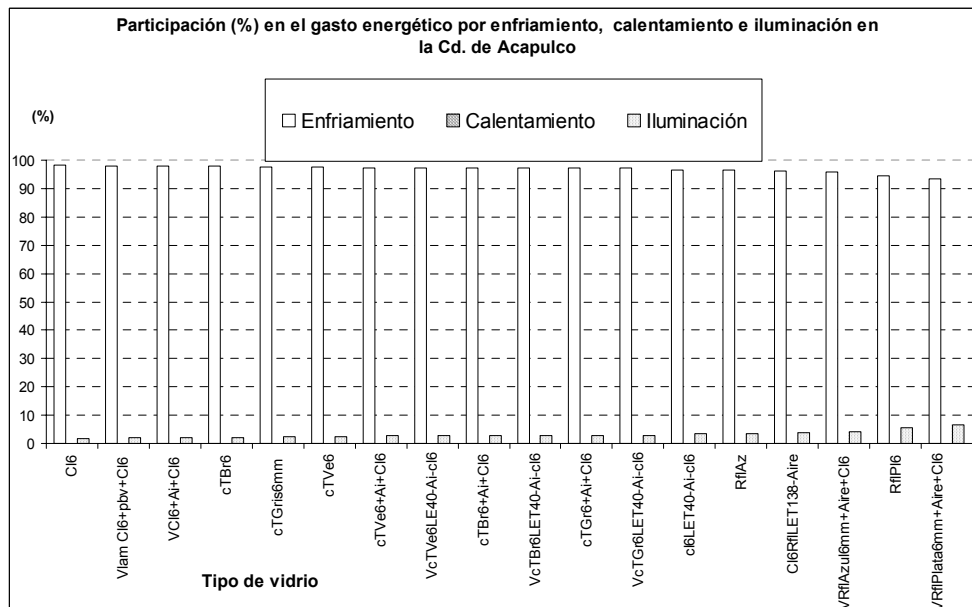
Gráfica 5.50.- Participación (%) por enfriamiento, en la energía total, en la porción translúcida de 50% por grupo de vidrio y en las 3 ciudades seleccionadas.

En la gráfica 5.50 se observa la alta proporción de energía que por enfriamiento se requiere si en la envolvente se tiene un 50% de porción translúcida. Cabe señalar que la proporción indicada se refiere al gasto energético en el uso de cada vidrio en las 3 ubicaciones, y en consecuencia con un gasto diferente (KW/hr).

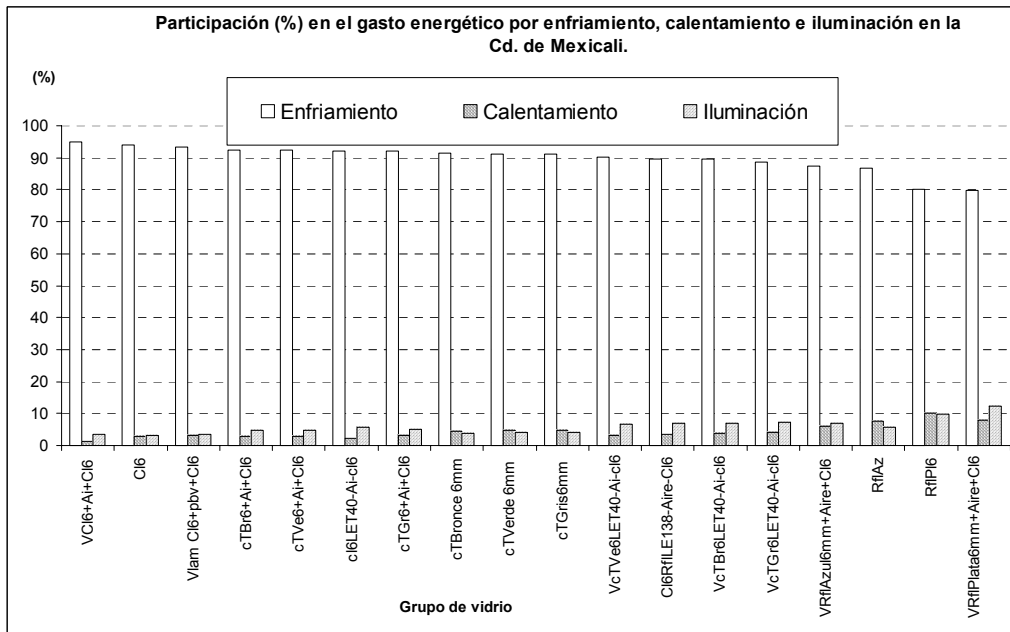
Como complemento al ejemplo anterior, se presenta en las gráficas 5.51, 5.52 y 5.53 la participación porcentual en el gasto energético por los 3 conceptos de climatización: enfriamiento, calentamiento e iluminación, para las Ciudades de México, Acapulco y Mexicali respectivamente.



Gráfica 5.51.- Comparación en la distribución (%) del gasto energético por enfriamiento, calentamiento e iluminación en la ZMCM.



Gráfica 5.52.- Comparación en la distribución (%) del gasto energético por enfriamiento, calentamiento e iluminación en la Cd. de Acapulco.



Gráfica 5.53.- Comparación en la distribución (%) del gasto energético por enfriamiento, calentamiento e iluminación en la Cd. de Mexicali.

En las gráficas 5.51, 5.52 y 5.53 se muestra la distribución (%) energética por enfriamiento, calentamiento e iluminación, considerando a grupos de vidrios, en los que están incluidos los seleccionados en la simulación, observándose de ellas lo siguiente:

- En el caso de la gráfica 5.51, que presenta la simulación en la ubicación de la Z.M.C.M., el gasto energético por enfriamiento para una porción translúcida del 50%, rebasa el 90% del gasto energético en vidrios claros en diversas modalidades; el 80% en vidrios entintados; el 70% si tienen Low E; y sólo es igual a 50 % o menos si el vidrio es del tipo reflejante.
- En el caso de la gráfica 5.52 que presenta la simulación en la Cd. de Acapulco, el gasto energético por enfriamiento para una porción translúcida del 50 %, rebasa en cualquier tipo de vidrio el 90% del gasto energético.
- En el caso de la gráfica 5.53, que presenta la simulación en la Cd. de Mexicali, el gasto energético por enfriamiento rebasa el 90% del gasto correspondiente si el tipo de vidrio es claro o entintado, en sus diferentes modalidades, y rebasa el 80% del gasto si el tipo de vidrio es reflejante o con recubrimiento Low E.

La siguiente evaluación se realiza comparando a los vidrios en forma intragrupal. A fin de determinar si existe diferencia o variabilidad entre vidrios similares y si ésta es significativa, e incluye una comparación de cada grupo que se analiza contra el comportamiento del vidrio claro 6 mm, al que se considera para este trabajo como de referencia, presentando los detalles en el siguiente capítulo, ya que esto se considera importante para el inicio de lo que se relaciona con el ahorro.

5.3.4.2. Variabilidad intragrupo.

La variabilidad en el vidrio, en cuanto a los valores de sus propiedades ópticas y térmicas, es un factor que afecta la certidumbre en el cálculo del diseño térmico ya que a una menor variabilidad es mayor la certidumbre del gasto energético que se necesitará para cubrir los requerimientos del espacio habitable. Se compara la variabilidad en el comportamiento del gasto de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación, simulado en las ubicaciones geográficas de las ciudades de México, Acapulco y Mexicali. La comparación es al interior de grupos de vidrios similares y las gráficas son 30 en total, 10 por cada ubicación geográfica y constituyen el anexo C.

Las comparaciones intragrupo conservan la relación existente en el gasto energético ante los parámetros de enfriamiento, calentamiento e iluminación, y considerando que de estos parámetros el de enfriamiento es el que más impacta en nuestro país, en el siguiente capítulo se le dará mayor énfasis, sin descartar los otros dos parámetros.

El conocer el comportamiento térmico energético, por concepto, en diferentes porciones translúcidas, desde inexistente hasta el 100% permite visualizar el comportamiento en forma integral, y no sólo en fracciones, ya que este presenta características individuales entre los vidrios, en función de sus propiedades ópticas y térmicas y al no ser directamente proporcional no permite extrapolaciones.

El conocer el comportamiento térmico energético de la envolvente translúcida —con diferentes materiales vítreos y en diferentes proporciones— ante condiciones climáticas diferentes en nuestro país nos permite empezar a comprender las relaciones energéticas que por variabilidad climática existen, lo cual es un aspecto muy complejo.

En la Tabla 5.14 se muestra la variabilidad observada en los grupos de vidrios claros tanto monolíticos como dobles, en sus formas laminada, vinculada en su uso a la seguridad; y con cámara de aire, relacionados con una disminución en la transferencia de calor:

Variabilidad intragrupo observada en el gasto de energía por enfriamiento calentamiento e iluminación:					Variabilidad observada:	
Tipo de vidrio	Grupo:	Subgrupo:	Origen:	Gasto de Energía por:	Porción Translúcida: 10%	Porción. Translúcida: 100%
Monolítico	Claro 6 mm	Claro 6mm	Vt S G Vir	Enfriamiento Calentamiento Iluminación	2 2 0	7 1 0
Doble	2 Claros con cámara de aire	Claros dobles	Vt S G Vir	Enfriamiento Calentamiento Iluminación	2 2 0.1	8 0.37 0
Doble	Laminado	Laminado claro	Vt S G Vir	Enfriamiento Calentamiento Iluminación	6 5 0	17 1 0

Tabla 5.14. Variabilidad observada en vidrios claros con diferente arreglo

En los vidrios claros, existe una mayor incertidumbre en el diseño, en el vidrio laminado, ya que este presenta la mayor variabilidad en el gasto energético por enfriamiento: de 6% en la proporción translúcida de un 10% hasta un 17% en la proporción translúcida del 100 %.

En la Tabla 5.15 se muestra la variabilidad en los grupos de vidrios entintados monolíticos en gris, bronce o verde; así como en el tipo doble, constituido por entintados monolíticos en los gris, bronce o verde y un monolítico claro, con cámara de aire entre ambos, relacionados en su uso con la disminución de la transferencia de calor por una mayor absorción:

Variabilidad intragrupo en el gasto de energía por enfriamiento calentamiento e iluminación:						Variabilidad observada:		
Tipo de vidrio	Grupo:	Subgrupo:	Origen:		Gasto de Energía por:	P. Translúcida: 10%	P. Translúcida 100%	
Monolítico	Vidrio con Tinte	Gris	Vt	SG	Vir	Enfriamiento	1	3
						Calentamiento	3	10 a 16
						Iluminación	1	0
		Bronce	Vt	s	Vir	Enfriamiento	1	2
						Calentamiento	1	6 a 10
						Iluminación	1	0
		Verde	Vt	s	Vir	Enfriamiento	1	3
						Calentamiento	3	9 a 4
						Iluminación	0	0
Doble	VcTinte+Aire12+Claro6	Gris	Vt	SG	Vir	Enfriamiento	2	8
						Calentamiento	2	4
						Iluminación	1	0
		Bronce	Vt	SG	Vir	Enfriamiento	1	4
						Calentamiento	2	2
						Iluminación	1	0
		Verde	Vt	SG	Vir	Enfriamiento	2	8
						Calentamiento	1	1
						Iluminación	0	0

Tabla 5.15 Variabilidad observada en vidrios entintados con diferente arreglo

De la tabla 2 es posible observar que en los vidrios entintados, principalmente los monolíticos o en arreglo doble, existe una variabilidad importante, principalmente en el parámetro de calentamiento y la variabilidad se incrementa con el aumento de la porción translúcida. La variabilidad se presenta en todos los tonos seleccionados para la simulaciones, pero el que mayor variabilidad presenta es el tono gris y en el que menos se observa es en el tono bronce.

En la Tabla 5.16 se muestra la variabilidad observada en grupos de vidrios reflejantes en los tonos plata y azul, en las formas monolíticas y dobles, estas últimas con cámara de aire. El uso de este tipo de vidrio está relacionada con la disminución en la transferencia de calor por alta reflectancia.

Variabilidad intragrupo observada en el gasto de energía por enfriamiento calentamiento e iluminación:					Variabilidad observada:			
Tipo de vidrio	Grupo:	Subgrupo:	Origen:		Gasto Energía por:	Porción Translucida: 10%	Porción Translucida: 100%	
Monolítico	Reflejante	Plata	Vt	S G	Vir	Enfriamiento	1	2
						Calentamiento	2	17
						Iluminación	12	9
	Azul	Vt	S G	Vir	Enfriamiento	3	7	
					Calentamiento	4	27	
					Iluminación	30	2	
Doble	2 : Reflejante6+Aire12 +Claro6	2:Plata+Aire+Claro	Vt	S G	Vir	Enfriamiento	3	8
						Calentamiento	4	21
						Iluminación	0	0
	2:Azul+Aire+Claro	Vt	S G	Vir	Enfriamiento	5	15	
					Calentamiento	5	17	
					Iluminación	30	2	

Tabla 5.16 Variabilidad observada en vidrios reflejantes con diferente arreglo

El grupo de vidrios reflejantes destaca por la variabilidad mostrada en las simulaciones y la mayor entre todos los grupos con los que se realizaron las simulaciones; el caso de los vidrios reflejantes monolíticos la variabilidad se presenta principalmente en el aspecto de iluminación, en el tono azul con 30% y después en el plata con 12%, siguiendo en importancia la del calentamiento. En el caso de los Reflejantes en unidades dobles la variabilidad para el reflejante azul en la iluminación en el mismo rango, con respecto al monolítico presentando más variabilidad que en el plata.

Aunque ambos vidrios reflejantes presentan una variabilidad importante, comparados con los vidrios claros, el azul presenta una mayor variabilidad.

La comparación intragrupo anterior, incluye a 39 de los 57 vidrios seleccionados para las 1713 simulaciones, y la diferencia al total, 18 vidrios, la representan los vidrios que se simularon con valores de sus propiedades tomadas de la base de datos internacionales del Lawrence Berkley National Laboratory, y aunque se tiene el dato del fabricante, no se encontraron vidrios similares de otros fabricantes para su comparación, encontrándose en este último grupo los vidrios con recubrimiento Low E o baja emitancia en diferentes rangos. De la variabilidad observada, en la comparación intragrupo, y de los vidrios que no son comparables, se seleccionó a un grupo de 28 vidrios representantes de los subgrupos similares, y clasificados en 3 subgrupos en diferentes modalidades: claros, entintados y reflejantes, y que se presentan en la Tabla 4:

Vidrios representativos para su comparacion en el Gasto Energético			
Núm. de Unidades y tipo	Tipo: Claros	Tipo: Entintados	Tipo: Reflejantes
Monolíticos:	Vcl6Vt	VcTGr6Vir	RflPla6Vir
		VcTBr6Vir	RflAz6Vir
		VcTVe6Vir	
Dobles: Laminados	VLamcl6+Cl6Vir		
Dobles con cámara de aire	Vcl6+Ai+Cl6Vir	VcTGr6+Ai+Cl6Vir	RflPla6+Ai+Cl6Vir
		VcTBr6+Ai+Cl6Vir	RflAz6+Ai+Cl6Vir
		VcTVe6+Ai+Cl6Vir	
Dobles con cámara de aire y Low E	Cl6LET40+Ai+Cl6	VTGr6LET40+Ai+Cl6LB	
	Cl6LET85+Ai+Cl6LB	VTGr6LET85+Ai+Cl6LB	
	Cl6LEHSCT70+Ai+Cl6LB	VT6GrLEHSCT70+Ai+Cl6LB	
	Cl6Rfl138+Ai+Cl6LB	VcTBr6LET40+Ai+Cl6LB	
	Cl6Rfl146+Ai+Cl6LB	VcTBr6LET85+Ai+Cl6LB	
	Cl6Rfl159+Ai+Cl6LB	VTBr6LEHSCT70+Ai+Cl6LB	
		VcTVe6LET40+Ai+Cl6LB	
		VcTVe6LET85+Ai+Cl6LB	
	VTVe6LEHSCT70+Ai+Cl6LB		

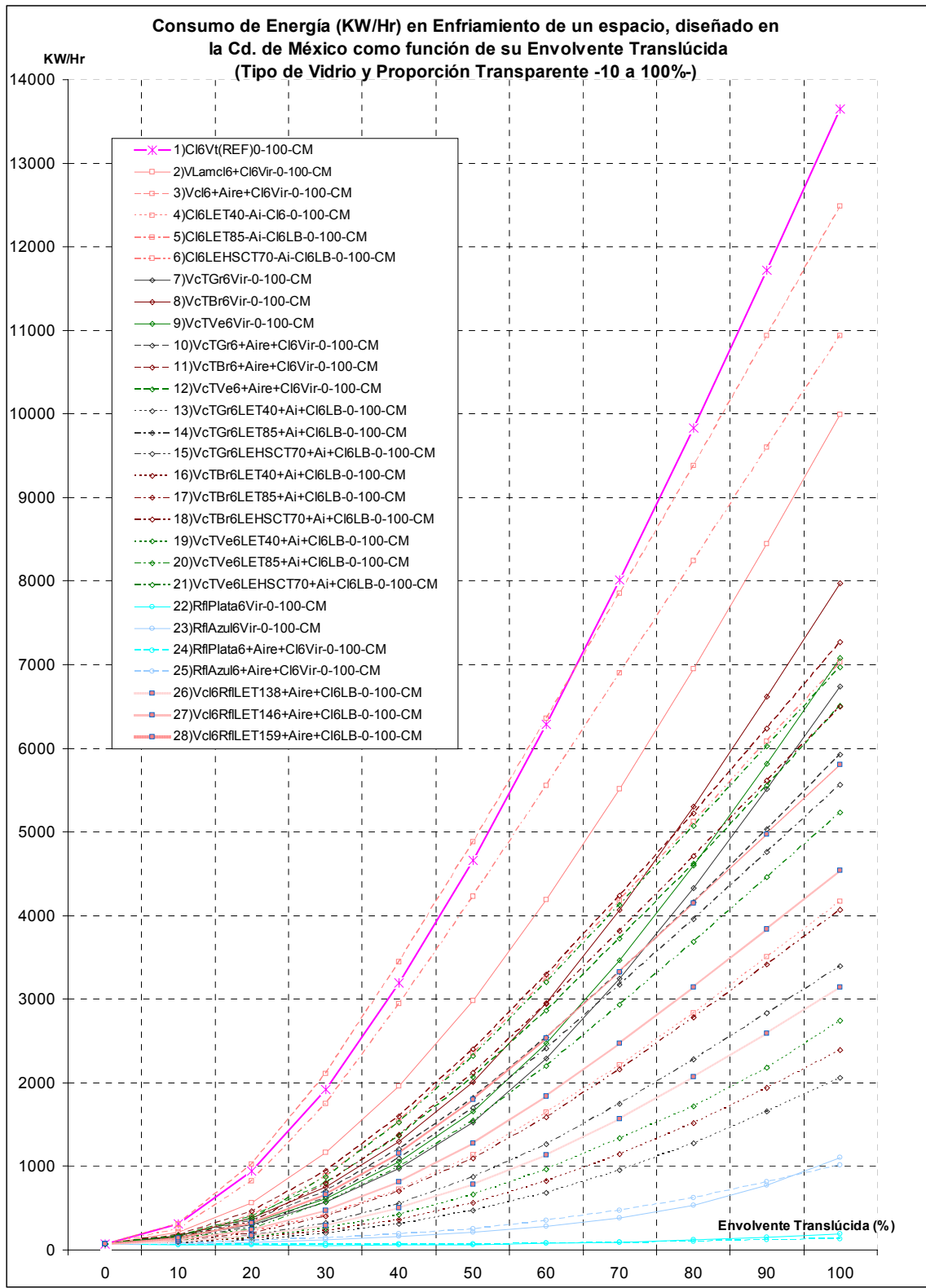
Tabla 5.17.- Organización de vidrios representativos para su comparación en el Gasto de Energía en las Simulaciones en las Ciudades de México, Acapulco y Mexicali.

A este grupo de 28 vidrios, representantes del grupo total, se le sometió a comparación en cuanto al gasto de energía por cada concepto de climatización –enfriamiento y calentamiento más iluminación- en el espacio diseñado, en cada uno de los ambientes de cada una de las ciudades seleccionadas.

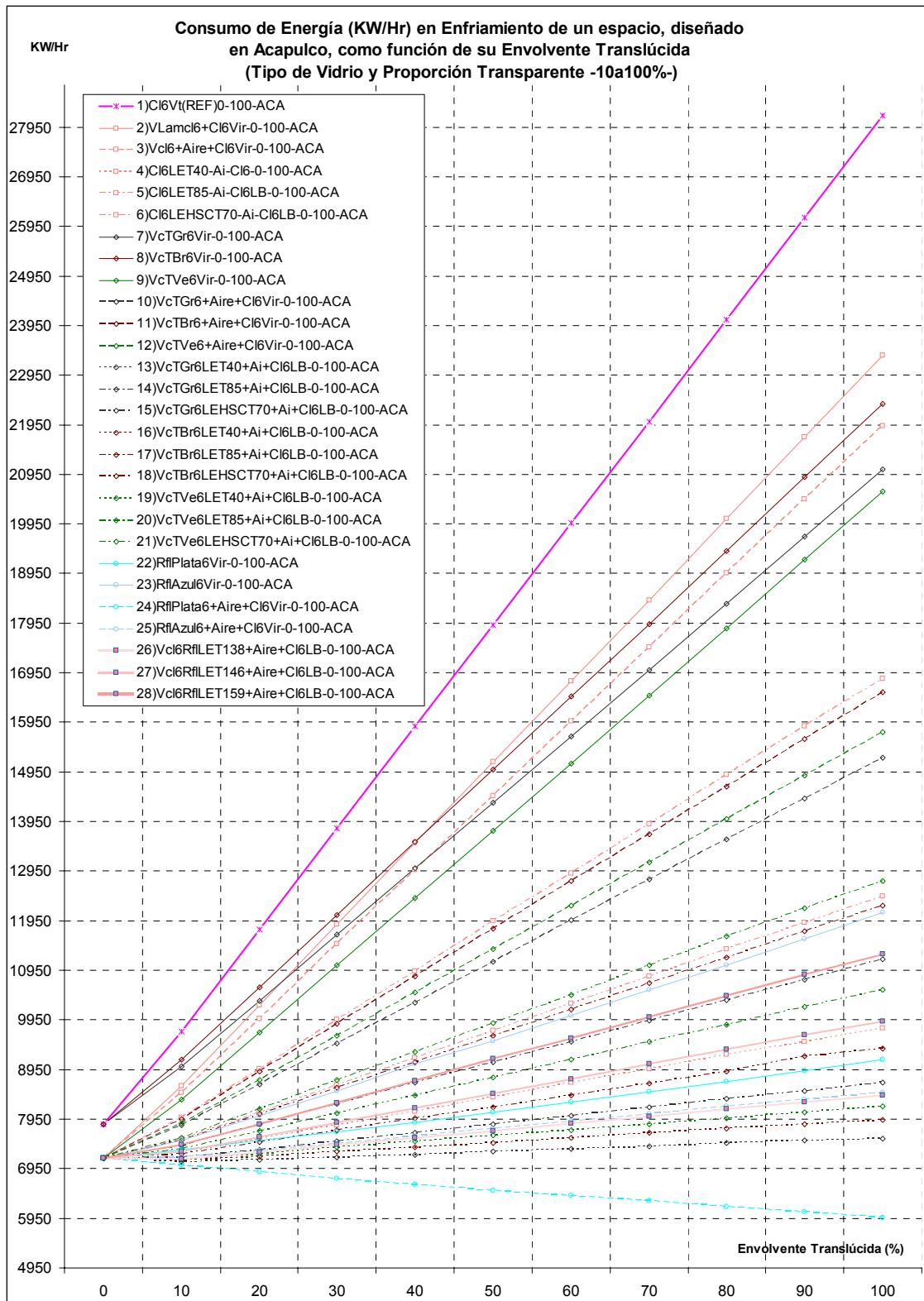
A continuación se presentan 9 gráficas comparativas del gasto de energía: 3 por enfriamiento, 3 por calentamiento y 3 por iluminación, y en cada uno de estos conceptos para cada una de las 3 ciudades seleccionadas con clima específico. La representación en cada gráfica integra el consumo requerido anualizado (Kwh) en cada uno de los 28 vidrios seleccionados considerando desde 0% en translúcido o inexistente hasta la cobertura totalmente translúcida al 100%.

5.3.4.3. Gasto de energía por Enfriamiento.

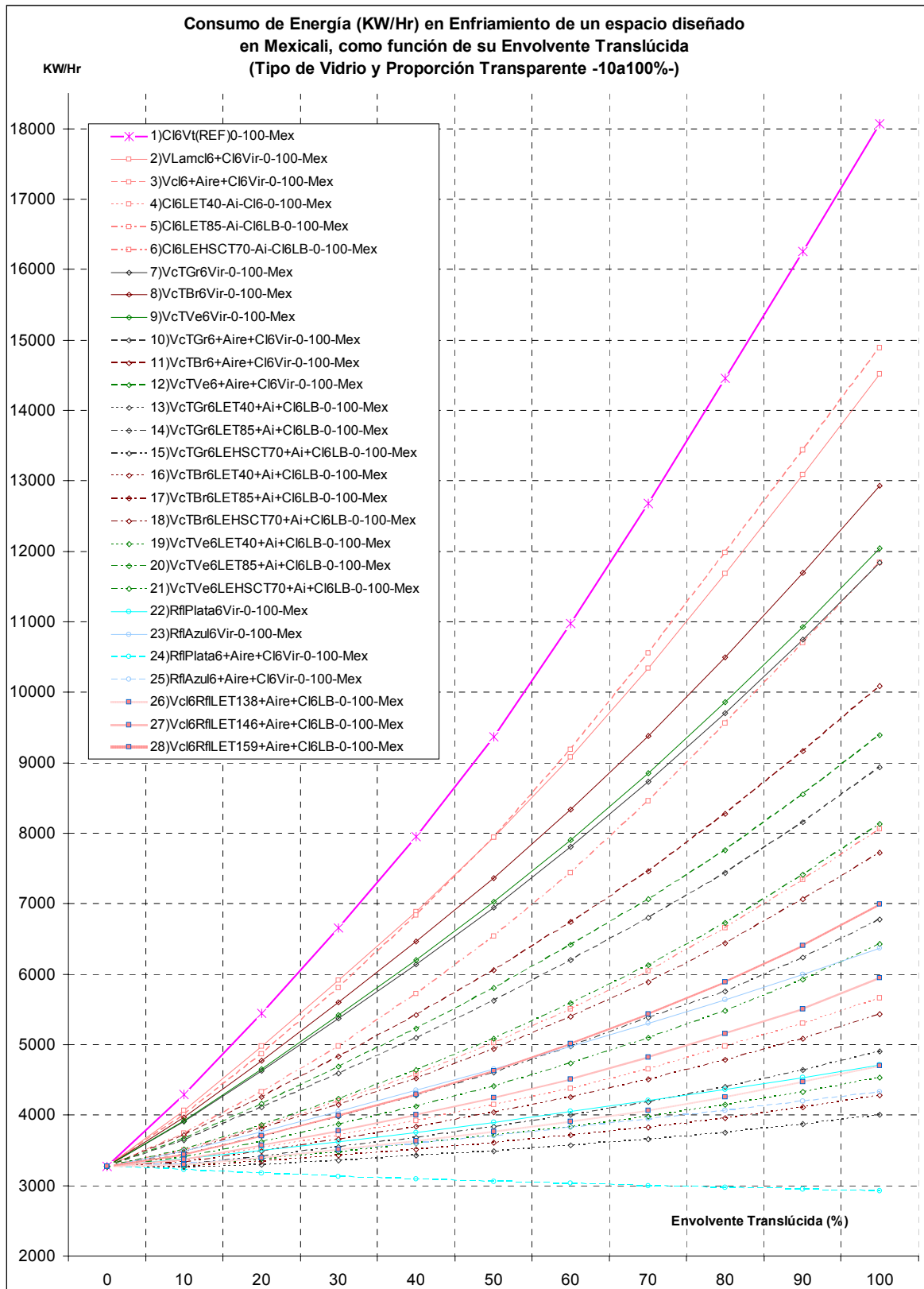
De acuerdo a los resultados de la simulación con HEED, por el concepto de enfriamiento, se consume más energía, independientemente del tipo de clima y del vidrio, excepto Reflejantes en el D.F., y a continuación se presentan las gráficas 5.54, 5.55 y 5.56, en las que se muestran en forma colectiva y comparativa el comportamiento de los 28 vidrios seleccionados como representativos de los subgrupos, y cubriendo en forma integral el gasto energético desde totalmente opaco y hasta 100%, para las ciudades de México, de Acapulco y la de Mexicali. Estas gráficas conforman al ANEXO D, y en este apartado se muestran, a fin de tenerlas presentes y poder establecer diferencias.



Gráfica 5.54 Gasto de Energía por Enfriamiento, en función del tipo de vidrio y porción translúcida (%) en la envolvente del espacio diseñado y simulado en la Cd. de México.



Gráfica 5.55. Gasto de Energía por Enfriamiento, en función del tipo de vidrio y porción translúcida (%) en la envoltura del espacio diseñado y simulado en la Cd. de Acapulco.



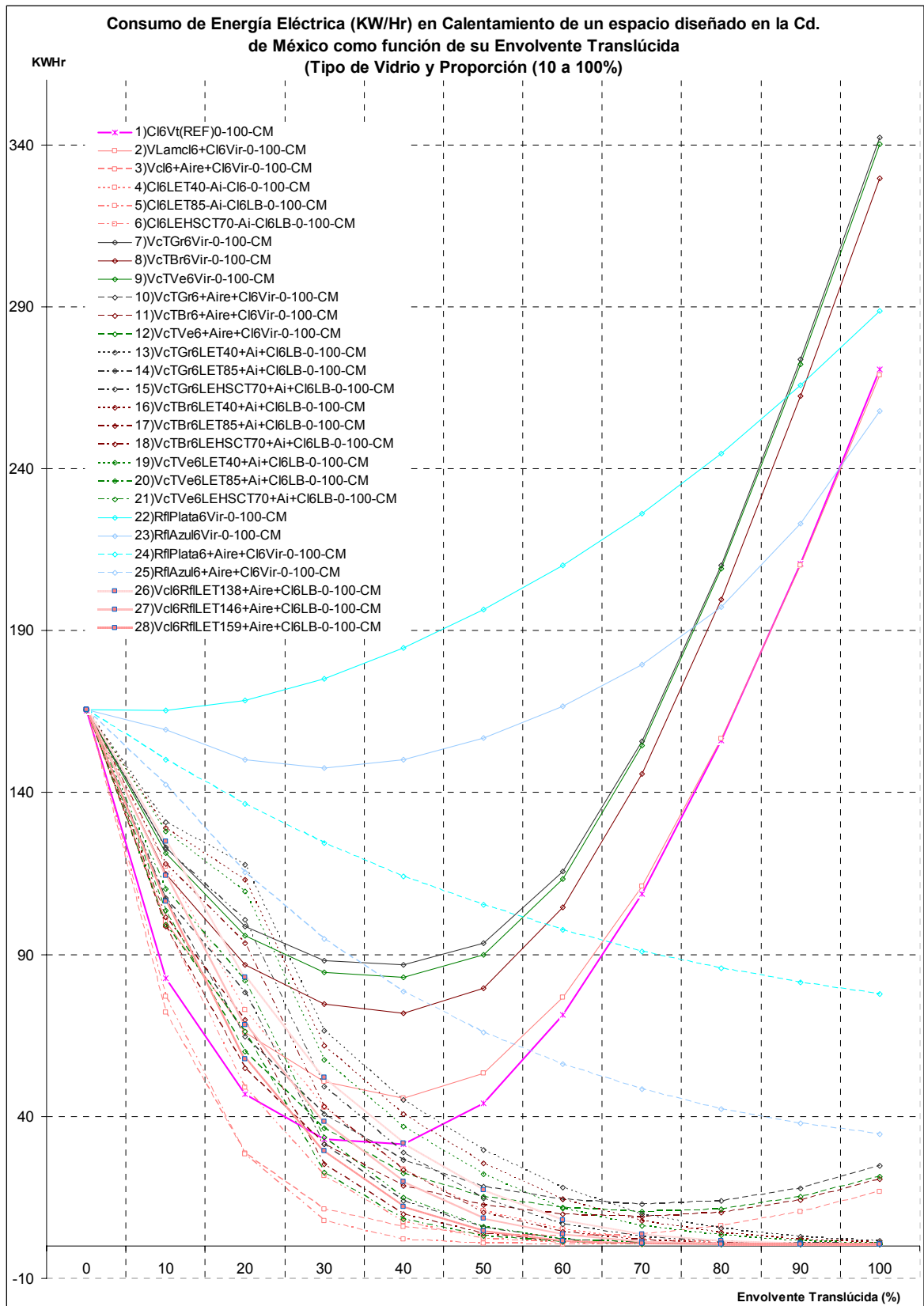
Gráfica 5.56. Gasto de Energía por Enfriamiento, en función del tipo de vidrio y porción translúcida (%) en una envoltente en la Cd. de Mexicali

En el Gasto de Energía por Enfriamiento, en casi los 28 vidrios y en las tres ciudades existe el mayor consumo, si en la envolvente la porción que se incrementa es la translúcida, y hay excepciones como las que se presentan en el caso de vidrios del tipo reflejante plata con cámara de aire, cuyo comportamiento ante el gasto energético por enfriamiento es muy bajo. A través de vidrios claros se gasta más energía para compensar las ganancias térmicas. La relación en el gasto energético entre los diferentes tipos de vidrios, por clima, se analizará en otro apartado, relacionado con el ahorro de energía.

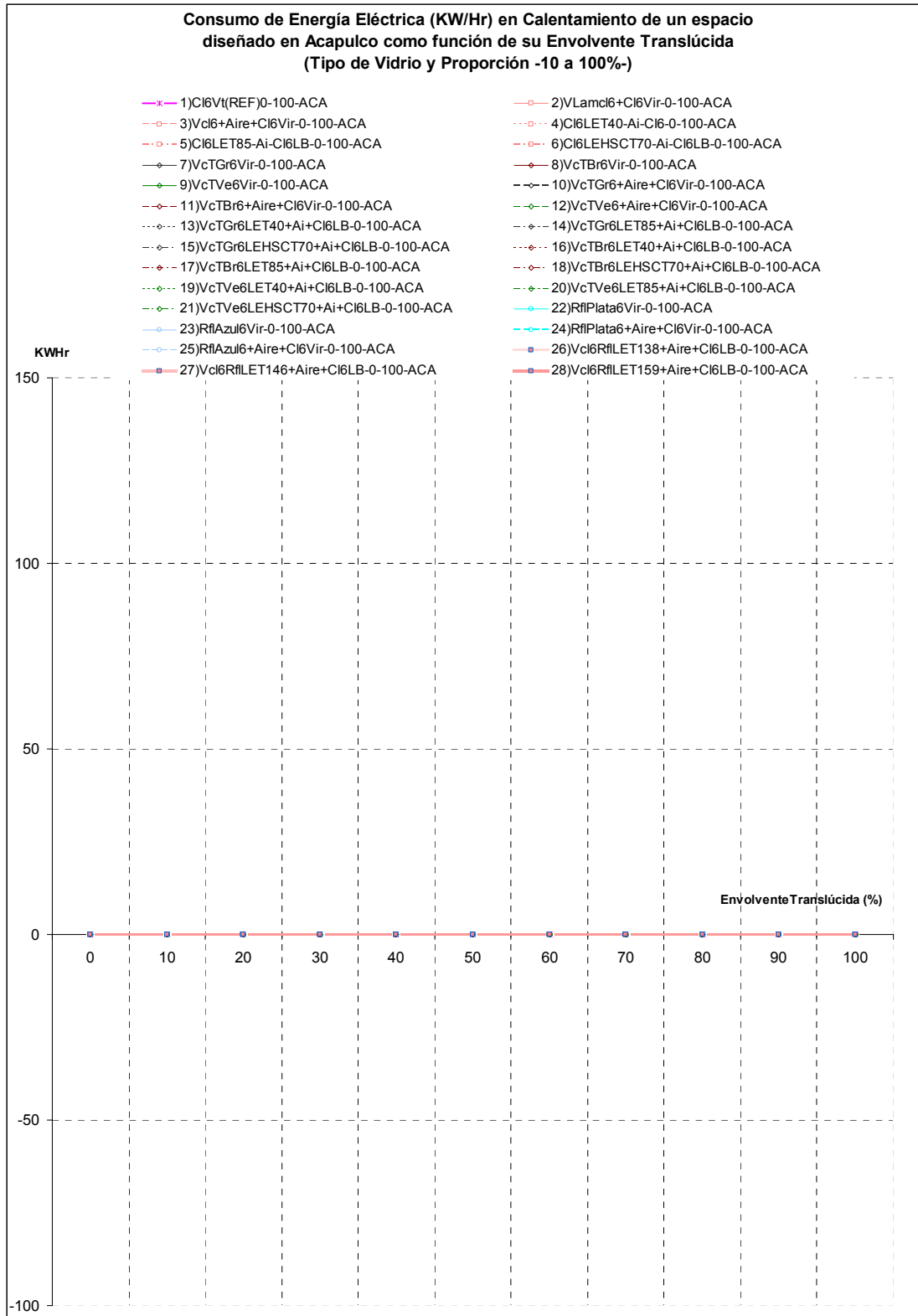
La tendencia y predominancia en el gasto energético por enfriamiento es similar en las tres Ciudades, pero la cantidad de energía, medida en KW/hr es lo que determina la diferencia, por ejemplo, en el caso del vidrio claro 6 mm, que es la referencia para el gasto energético de los demás vidrios, en una proporción de 100 % de transparencia, en la Cd. de México es al año de 13644.93 KW/hr por año y en Mexicali el consumo es de 18072.40 KW/hr y esto representa un consumo anual que excede en promedio el 32% de la Cd. de México, producto de los meses en los que la temperatura exterior en verano es alta; y en el caso de Acapulco, comparado con el de la Cd. de México, el consumo llega a ser de 28184.90 KW/hr, lo que representa un gasto energético con respecto al de la simulación en la Cd. de México superior en un 106 %, y superior al consumo de Mexicali en 56% al año, motivado por la alta temperatura en la Cd. de Acapulco y la baja oscilación térmica sólo 2.6°C en este lugar con Clima Cálido Húmedo; a diferencia de la oscilación térmica de Mexicali que es de 20.7°C, por lo que mientras en Mexicali se requiere el enfriamiento en algunos meses del año, principalmente la energía eléctrica para compensar las ganancias térmicas, en Acapulco la compensación por ganancias térmicas se requiere los 12 meses del año, y esto en este lugar es una situación crítica, considerando el tipo de edificaciones que en esta Ciudad existen, las cuales, a diferencia de las de Mexicali tienen una cobertura translúcida importante, y por ser una de sus funciones primordiales la del servicio, en este sentido, la climatización es un factor necesario y permanente, esté o no ocupado el espacio, por lo que el consumo de energía por enfriamiento impacta en forma importante al ambiente a través de la generación de gases efecto invernadero por la generación de la energía.

5.3.4.4. Gasto de energía por Calentamiento.

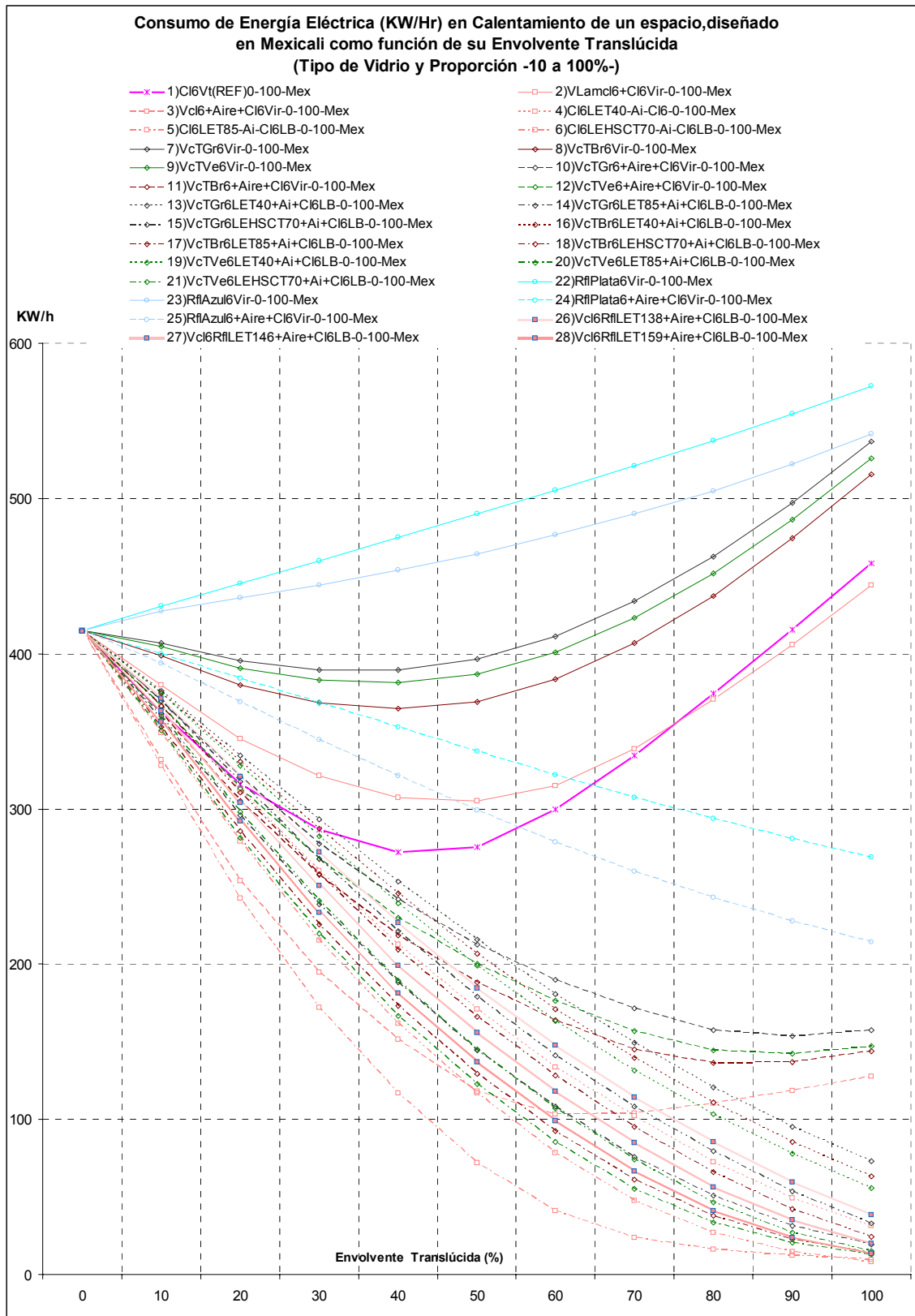
El calentamiento no es un factor que en México, dada su latitud, represente una necesidad, sin embargo, de acuerdo a las simulaciones, en su comportamiento en el gasto energético, presenta requerimientos y diferencias y se muestran, en las Gráficas 5.57, 5.58 y 5.59, en forma comparativa entre los 28 vidrios, en todas las porciones translúcidas y en las 3 ubicaciones climáticas:



Gráfica 5.57. Gasto de Energía por Calentamiento, en función del tipo de vidrio y porción translúcida (%) en la envolvente del espacio diseñado y simulado en la Cd. de México.



Gráfica 5.58.- Gasto de Energía por Calentamiento, en función del tipo de vidrio y porción translúcida (%) en la envoltente del espacio diseñado en la Cd. de Acapulco.



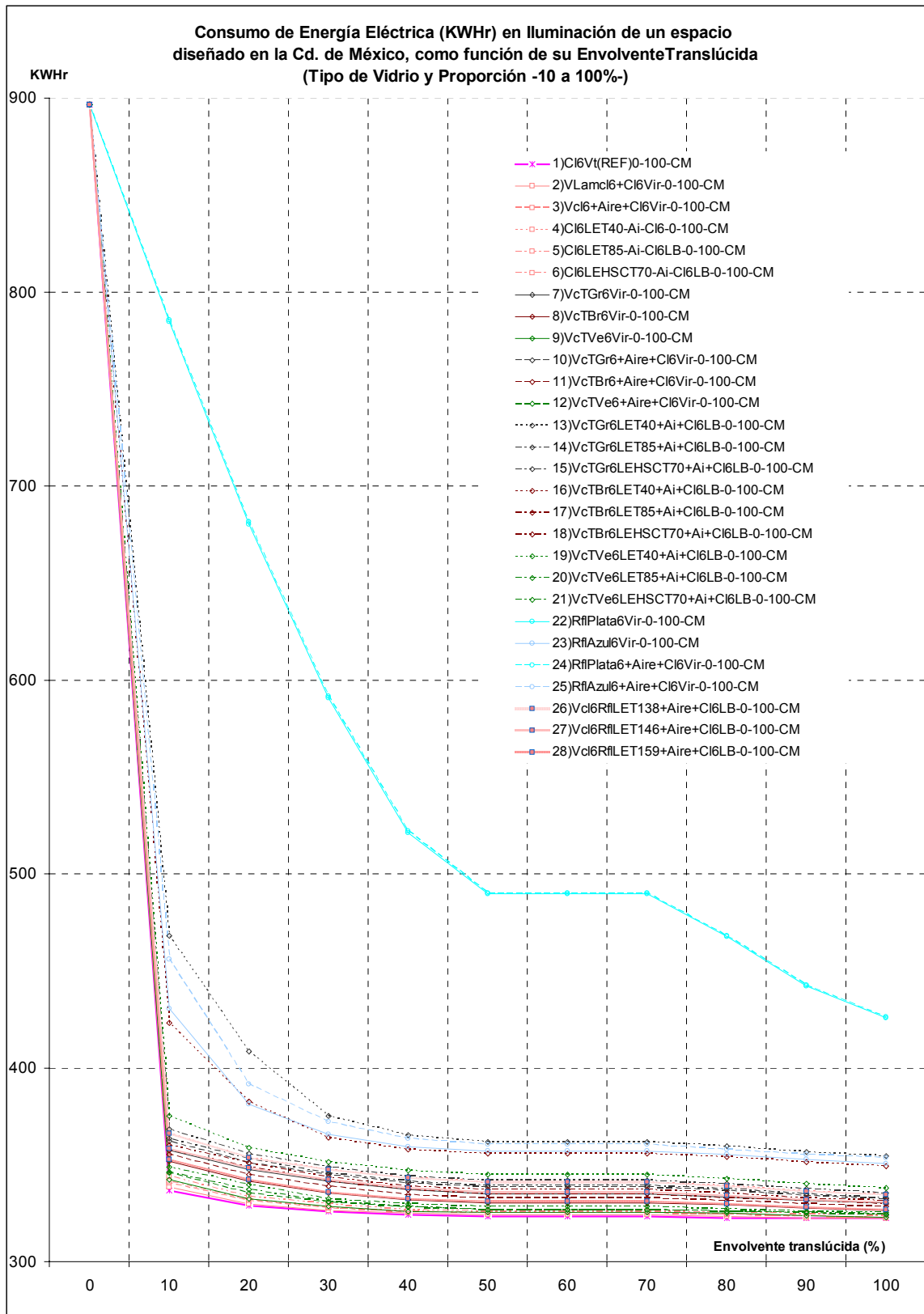
Gráfica 5.59 Gasto de Energía por Calentamiento, en función del tipo de vidrio y porción translúcida (%) en la envoltente del espacio diseñado en la Cd. de Mexicali

A diferencia del gasto de energía para Enfriamiento, el cual se incrementa conforme aumenta la porción translúcida, en el caso del gasto de energía por calentamiento, en algunos vidrios, y para las Ciudades de México y Mexicali (Gráficas 4 y 6), las simulaciones reportan un gasto energético, el cual una disminuye a un mayor aumento de la porción translúcida, pero este comportamiento no se mantiene entre los diferentes tipos de vidrio, ya que por las características físicas —ópticas y térmicas— por ejemplo, a través de los vidrios claros se observa una disminución en el gasto por calentamiento, producto de una mayor ganancia de calor por radiación hasta la porción translúcida de 40%, y a partir de esta, el calor presenta una transferencia, del interior al exterior, por conducción, en función el espesor del material y el gradiente de temperatura que se tiene entre la temperatura exterior y la interior en el período nocturno, incrementándose el consumo de energía por calentamiento.

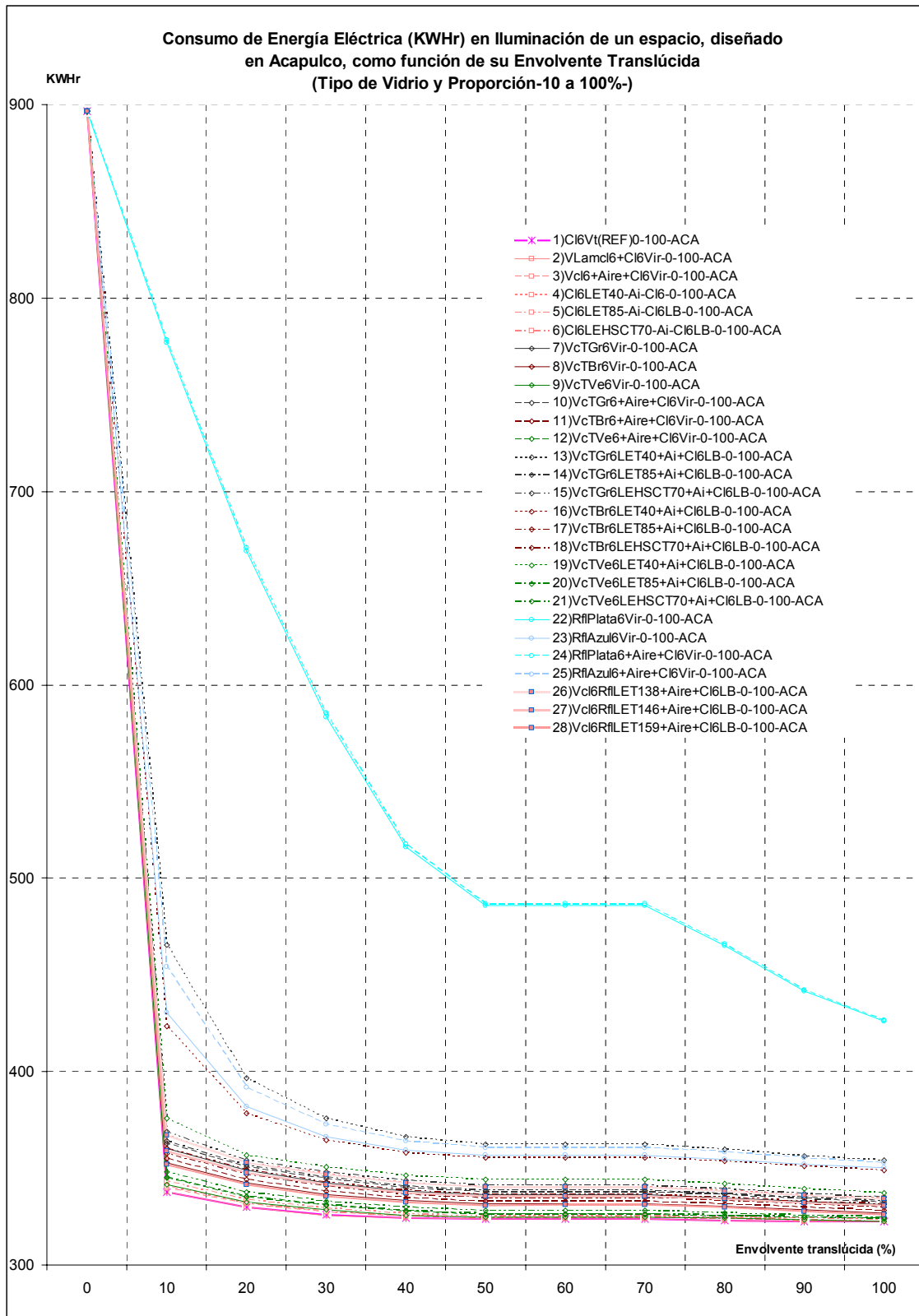
En el caso de la Ciudad de Acapulco (Gráfica 5), en todas las simulaciones, 57 en total, y de las que se seleccionaron a los 28 vidrios representativos, su comportamiento es de 0 KWhr, debido a que la temperatura ambiente promedio anual es de 27.5, con una oscilación térmica de 2.6°C, por lo que en este caso HEED nos reporta inexistente el consumo de energía por este concepto, lo cual es obvio y nos da una clara idea de lo bien que el simulador está representando la situación para esta Ciudad, a diferencia de las de Mexicali y de la Cd. de México, en las que existen temperaturas cercanas a 10°C en ambas en algunos meses del año, e inclusive llegan a ser menores en Mexicali que en la Cd. de México, motivo por el cual en ellas sí existe un gasto energético por calentamiento.

5.3.4.5. Gasto de energía por Iluminación.

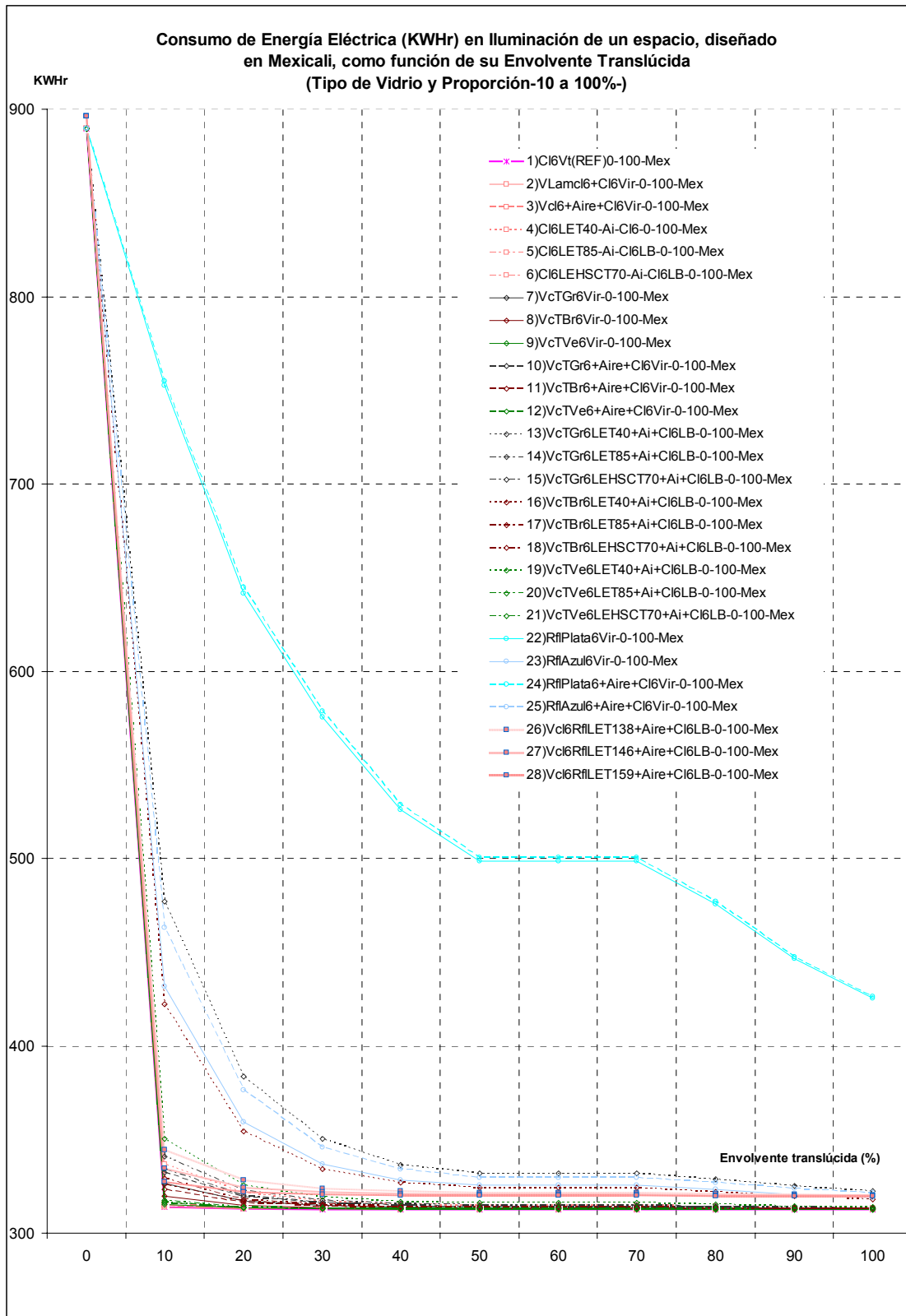
En el caso del concepto de iluminación, la tendencia en el gasto de energía es similar para las tres ciudades, presentando requerimientos y diferencias, mismas que se muestran, en las Gráficas 5.60, 5.61 y 5.62, en forma comparativa entre los 28 vidrios, en todas las porciones translúcidas y en las 3 ubicaciones climáticas:



Gráfica 5.60-. Gasto de Energía por Iluminación, en función del tipo de vidrio y porción translúcida (%) en la envoltente del espacio diseñado en la Cd. de México



Gráfica 5.61. Gasto de Energía por Iluminación, en función del tipo de vidrio y porción translúcida (%) en una envoltura en la Cd. de Acapulco.



Gráfica 5.62. Gasto de Energía por Iluminación, en función del tipo de vidrio y porción translúcida (%) en una envoltente en la Cd. de Mexicali.

En el caso de vidrios en los que si se ve afectado el gasto energético por concepto de iluminación se tiene a los vidrios con recubrimiento Low E bajo en la transmitancia en el visible como el del rango 40, así como los vidrios entintados en gris y bronce, tanto en el tipo monolíticos como en unidades dobles; y por último, en los vidrios en los que el factor de iluminación representa un porcentaje superior al 10% del consumo total de energía, se encuentran los vidrios plata y azul, siendo en estos más demandante la energía por el concepto de iluminación, y que llega a rebasar al del enfriamiento, tanto en forma monolítica como en forma doble, y esto debido a la alta reflectancia que este vidrio presenta a la radiación incidente, que incluye al segmento visible de la radiación electromagnética, el reflejante plata es el que presenta la mayor proporción en el gasto por iluminación y le sigue en un menor consumo los reflejantes en azul, aunque en este último es amplia su variabilidad, y finalmente los entintados en gris y bronce.

6. Edificaciones con envolvente translúcida: Ahorro de energía.

Las edificaciones por ser sistemas complejos requieren energía tanto para su funcionamiento como para mantener su estabilidad, y a una mayor complejidad en un sistema es mayor el requerimiento energético para el logro de la estabilidad; sin embargo, un mayor requerimiento energético podría estar relacionado no a una mayor complejidad, sino a un sistema ineficiente, como por ejemplo los que cuentan con una inadecuada envolvente translúcida, que incrementa el gasto energético para lograr una estabilidad térmica, a través de climatización, con consecuencias adicionales como mayor emisión de contaminantes —materia y energía— por la mayor generación de energía eléctrica requerida y liberación de energía térmica desde la generación hasta su uso, incrementando la carga térmica al sistema urbano conocido como “isla de calor”.

El vidrio es un elemento que en la envolvente de las edificaciones tiene una alta demanda, por diversos motivos:

1. Se le ha vinculado como símbolo de modernidad y prosperidad, y por ello se le considera necesario desde el punto de vista psicológico, independientemente de la ubicación geográfica.
2. Es un elemento que por ser translúcido permite la iluminación natural, por lo tanto es necesario;
3. Comunica a los ambientes interno y externo en el hábitat construido humano, y al mismo tiempo es un límite físico.
4. Por cuestiones económicas, ya que el costo por cobertura, dependiendo del tipo de vidrio y su sostén, puede ser menor que en el caso de un muro opaco; por su ligereza, que es un factor también estimado, etc., etc. etc.

Las consideraciones del párrafo anterior, y que son sólo una parte de los motivos del uso del vidrio en las envolventes, nos muestran que el vidrio es, y seguirá siendo, un material utilizado tanto por los que realizan el diseño arquitectónico, los que lo materializan y los que lo habitan; y ante el calentamiento global y la necesidad de reducir el consumo energético en las edificaciones, se plantea la necesidad global de hacer un uso más racional del material vítreo en las envolventes de las edificaciones, lo que repercutirá en: un uso más racional de los recursos energéticos; una disminución en las emisiones futuras de gases invernadero; además de beneficios directos para los usuarios del espacio arquitectónico como es el de un confort ambiental a un menor costo económico y psicológico, entre otros.

Las edificaciones son altamente demandantes de energía, y es por ello importante el papel que los diseñadores del espacio arquitectónico tienen en el logro de edificaciones energéticamente eficientes, y son los diseñadores quienes pueden incidir desde las primeras etapas del diseño en

aspectos como: la selección de los materiales que estructurarán a la envolvente; considerar la forma y la orientación de la edificación; la protección que la envolvente puede tener ante parámetros ambientales poco favorables; el aprovechamiento de parámetros ambientales que colaboren a una mejor interrelación entre el espacio interior y el exterior; etc., por lo que desde el diseño de la edificación existe la posibilidad de una mayor eficiencia.

Este capítulo se enfoca al ahorro de energía en el uso de de la envolvente translúcida, y para ello es importante conocer su comportamiento en el gasto energético por climatización y ante climas diferentes, análisis realizado en el capítulo previo, lo que nos apoya a plantear estrategias que incidan en un ahorro de energía, por lo que este capítulo se vincula al anterior, en cuanto a los resultados cuantitativos y porcentuales obtenidos en las 1713 simulaciones con el programa HEED, y que corresponden a 571 simulaciones en cada una de las ciudades con clima templado, cálido húmedo y cálido seco.

Este capítulo se divide en cuatro partes: en la primera se analiza, con más detalle, la información obtenida de las simulaciones en el comportamiento térmico y energético de la envolventes translúcida en función de la eficiencia en el material vítreo y la dinámica que presenta entre las distintas porciones translúcidas en la envolvente así como el ahorro de energía por porción translúcida más eficiente; en la tercera parte, se revisa la influencia del aspecto climático, tanto por el comportamiento energético como en el consumo nacional de energía; en la cuarta parte, se plantean la propuesta de ahorro de energía por región climática y finalmente, su aplicación y cuantificación en el ahorro por clima.

6.1. Ahorro de energía en la envolvente translúcida.

Ante el alto gasto energético que implica la climatización, por el uso del vidrio en la envolvente, principalmente por el concepto de enfriamiento en nuestro país, y ante la necesidad de reducir las emisiones de gases efecto invernadero por quema de combustibles fósiles en la generación de la energía requerida, incluyendo la eléctrica, es una necesidad el planteamiento de propuestas que permitan un ahorro de energía vinculadas al uso del vidrio en las envolventes de las edificaciones, para lo cual es requisito indispensable conocer su comportamiento energético, a fin de determinar su eficiencia, y partir de ella para establecer el ahorro que podría lograrse. A continuación se presentan 3 aspectos derivados de la información obtenida de las simulaciones con HEED, y que están relacionados con la eficiencia energética: entre los diferentes vidrios, entre las diferentes porciones translúcidas y de estas la seleccionada como más eficiente.

6.1.1. Ahorro de energía por eficiencia energética.

En el apartado anterior el conocimiento del comportamiento energético en los vidrios, se relacionó con el gasto energético en los conceptos de climatización por enfriamiento, calentamiento e iluminación; y en esta sección se analizará la relación intergrupala entre los 28 vidrios seleccionados como representativos. El comportamiento que se analizará constituye el ANEXO E, y se tituló “Comportamiento en el consumo (KW/h) en función de la porción translúcida en un espacio diseñado y con ubicación geográfica en las Ciudades de México, Acapulco y Mexicali”.

En este apartado se analiza la interrelación entre el gasto energético total (ET) de cada uno de los 28 diferentes vidrios y entre las diferentes porciones translúcidas, desde el 10% hasta el 100% y la interrelación energética entre los diferentes vidrios y entre las diferentes porciones se aplica a las tres diferentes ubicaciones geográficas.

Se parte del hecho de que con cualquier tipo de vidrio en la envolvente es posible lograr las condiciones de confort establecidas en el diseño del espacio a simular, y que de las 1713 simulaciones se obtiene como resultado el costo energético en el logro de confort en las 3 ciudades seleccionadas, en forma de gasto en KW/h, requerido por el uso de cada uno de los vidrios y en cada una de las porciones translúcidas, observándose de los resultados que existe una diferencia en el gasto energético, en función de las diferentes características en sus propiedades térmicas y ópticas, por lo que el objetivo de este análisis es el de conocer que existen vidrios, con cuyo uso, por sus propiedades físicas, cubren los requerimientos de diseño con un menor gasto de energía, por lo que presentan una mejor o mayor eficiencia.

En las Tablas 5, 6 y 7, se presentan las relaciones energéticas entre los 28 vidrios, y entre las porciones translúcidas del 10% al 30%, como una muestra de las 1713 simulaciones, en las Ciudades de México, Acapulco y Mexicali. Las tablas 5, 6 y 7 son una parte del ANEXO E, y en este se presenta la serie completa.

De la interacción entre las distintas eficiencias se seleccionan a los que se consideran más adecuados para ser utilizados en la envolvente translúcida de las edificaciones, y en esta selección no se escogen a los que presentan la mayor eficiencia, que son los de tipo reflejante, sino a los que cubren en mejor medida los aspectos de enfriamiento, calentamiento e iluminación en una forma más natural que los reflejantes.

Los vidrios seleccionados que se considera podrían ser los adecuados para ser utilizados en la envolvente de las edificaciones, que corresponden en número a 6: 3 en unidades dobles con ambos vidrios en claro y recubrimiento Low E diferencial en el paso del visible y 3 en unidades dobles con 2 vidrios diferentes, uno entintado en verde y el otro de tipo claro con recubrimiento

Low E diferencial en el paso del visible. En las tablas, a los vidrios seleccionados se les marca con color, sus características y gasto, para su identificación, en las 3 ubicaciones con clima característico (Tablas 6.1, 6.2 y 6.3)

ET(KW/h)		T(KW/h)		T(KW/h)	
Tipo de vidrio	10%	Tipo de vidrio	20%	Tipo de vidrio	30%
22)RfIPlata6Vir-0-100-CM	1009	3)Vcl6+Aire+Ci6Vir-0-100-CM	1381	3)Vcl6+Aire+Ci6Vir-0-100-CM	2450
24)RfIPlata6+Aire+Ci6Vir-0-100-CM	1001	1)Ci6Vt(REF)0-100-CM	1319	1)Ci6Vt(REF)0-100-CM	2281
1)Ci6Vt(REF)0-100-CM	728	5)Ci6LET85-Ai-Ci6LB-0-100-CM	1187	5)Ci6LET85-Ai-Ci6LB-0-100-CM	2087
3)Vcl6+Aire+Ci6Vir-0-100-CM	726	2)VlAmcl6+Ci6Vir-0-100-CM	963	2)VlAmcl6+Ci6Vir-0-100-CM	1541
13)VcTGr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-CM	689	22)RfIPlata6Vir-0-100-CM	904	11)VcTBr6+Aire+Ci6Vir-0-100-CM	1316
25)RfIAzul6+Aire+Ci6Vir-0-100-CM	677	24)RfIPlata6+Aire+Ci6Vir-0-100-CM	883	6)Ci6LEHSC70-Ai-Ci6LB-0-100-CM	1233
5)Ci6LET85-Ai-Ci6LB-0-100-CM	669	11)VcTBr6+Aire+Ci6Vir-0-100-CM	858	20)VcTVe6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-CM	1230
23)RfIAzul6Vir-0-100-CM	660	8)VcTBr6Vir-0-100-CM	811	12)VcTVe6+Aire+Ci6Vir-0-100-CM	1172
2)VlAmcl6+Ci6Vir-0-100-CM	653	6)Ci6LEHSC70-Ai-Ci6LB-0-100-CM	793	8)VcTBr6Vir-0-100-CM	1164
16)VcTBr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-CM	646	12)VcTVe6+Aire+Ci6Vir-0-100-CM	793	17)VcTBr6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-CM	1159
8)VcTBr6Vir-0-100-CM	637	10)VcTGr6+Aire+Ci6Vir-0-100-CM	772	10)VcTGr6+Aire+Ci6Vir-0-100-CM	1093
11)VcTBr6+Aire+Ci6Vir-0-100-CM	634	20)VcTVe6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-CM	771	28)VcI6RfILET159+Aire+Ci6LB-0-100-CM	1029
7)VcTGr6Vir-0-100-CM	630	17)VcTBr6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-CM	755	9)VcTVe6Vir-0-100-CM	1027
10)VcTGr6+Aire+Ci6Vir-0-100-CM	626	9)VcTVe6Vir-0-100-CM	750	14)VcTGr6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-CM	1008
9)VcTVe6Vir-0-100-CM	618	7)VcTGr6Vir-0-100-CM	749	7)VcTGr6Vir-0-100-CM	997
12)VcTVe6+Aire+Ci6Vir-0-100-CM	615	28)VcI6RfILET159+Aire+Ci6LB-0-100-CM	719	21)VcTVe6LEHSC70+Ai+Ci6LB-0-100-CM	934
17)VcTBr6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-CM	614	14)VcTGr6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-CM	707	27)VcI6RfILET146+Aire+Ci6LB-0-100-CM	857
14)VcTGr6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-CM	611	21)VcTVe6LEHSC70+Ai+Ci6LB-0-100-CM	672	22)RfIPlata6Vir-0-100-CM	821
20)VcTVe6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-CM	608	27)VcI6RfILET146+Aire+Ci6LB-0-100-CM	656	4)Ci6LET40-Ai-Ci6-0-100-CM	811
6)Ci6LEHSC70-Ai-Ci6LB-0-100-CM	605	4)Ci6LET40-Ai-Ci6-0-100-CM	645	18)VcTBr6LEHSC70+Ai+Ci6LB-0-100-CM	788
28)VcI6RfILET159+Aire+Ci6LB-0-100-CM	601	18)VcTBr6LEHSC70+Ai+Ci6LB-0-100-CM	642	24)RfIPlata6+Aire+Ci6Vir-0-100-CM	782
4)Ci6LET40-Ai-Ci6-0-100-CM	601	16)VcTBr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-CM	638	15)VcTGr6LEHSC70+Ai+Ci6LB-0-100-CM	724
19)VcTVe6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-CM	599	13)VcTGr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-CM	635	26)VcI6RfILET138+Aire+Ci6LB-0-100-CM	695
15)VcTGr6LEHSC70+Ai+Ci6LB-0-100-CM	596	15)VcTGr6LEHSC70+Ai+Ci6LB-0-100-CM	630	19)VcTVe6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-CM	668
27)VcI6RfILET146+Aire+Ci6LB-0-100-CM	596	23)RfIAzul6Vir-0-100-CM	624	16)VcTBr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-CM	653
18)VcTBr6LEHSC70+Ai+Ci6LB-0-100-CM	593	19)VcTVe6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-CM	619	13)VcTGr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-CM	643
26)VcI6RfILET138+Aire+Ci6LB-0-100-CM	592	25)RfIAzul6+Aire+Ci6Vir-0-100-CM	616	23)RfIAzul6Vir-0-100-CM	634
21)VcTVe6LEHSC70+Ai+Ci6LB-0-100-CM	591	26)VcI6RfILET138+Aire+Ci6LB-0-100-CM	609	25)RfIAzul6+Aire+Ci6Vir-0-100-CM	612

Tabla 6.1 Relaciones energéticas en la Z.M.C.M. entre los 28 vidrios seleccionados y entre las diferentes porciones translúcidas

ET(KW/h)		ET(KW/h)		ET(KW/h)	
Tipo de vidrio	10%	Tipo de vidrio	20%	Tipo de vidrio	30%
1)Ci6Vt(REF)0-100-ACA	10061	1)Ci6Vt(REF)0-100-ACA	12100	1)Ci6Vt(REF)0-100-ACA	14144
8)VcTBr6Vir-0-100-ACA	9497	8)VcTBr6Vir-0-100-ACA	10950	8)VcTBr6Vir-0-100-ACA	12408
7)VcTGr6Vir-0-100-ACA	9373	7)VcTGr6Vir-0-100-ACA	10691	2)VlAmcl6+Ci6Vir-0-100-ACA	12210
2)VlAmcl6+Ci6Vir-0-100-ACA	8960	2)VlAmcl6+Ci6Vir-0-100-ACA	10583	7)VcTGr6Vir-0-100-ACA	12015
3)Vcl6+Aire+Ci6Vir-0-100-ACA	8827	3)Vcl6+Aire+Ci6Vir-0-100-ACA	10314	3)Vcl6+Aire+Ci6Vir-0-100-ACA	11805
9)VcTVe6Vir-0-100-ACA	8889	9)VcTVe6Vir-0-100-ACA	10034	9)VcTVe6Vir-0-100-ACA	11385
5)Ci6LET85-Ai-Ci6LB-0-100-ACA	8322	5)Ci6LET85-Ai-Ci6LB-0-100-ACA	9295	5)Ci6LET85-Ai-Ci6LB-0-100-ACA	10278
11)VcTBr6+Aire+Ci6Vir-0-100-ACA	8309	11)VcTBr6+Aire+Ci6Vir-0-100-ACA	9256	11)VcTBr6+Aire+Ci6Vir-0-100-ACA	10207
12)VcTVe6+Aire+Ci6Vir-0-100-ACA	8215	12)VcTVe6+Aire+Ci6Vir-0-100-ACA	9081	12)VcTVe6+Aire+Ci6Vir-0-100-ACA	9955
10)VcTGr6+Aire+Ci6Vir-0-100-ACA	8187	10)VcTGr6+Aire+Ci6Vir-0-100-ACA	9000	10)VcTGr6+Aire+Ci6Vir-0-100-ACA	9820
22)RfIPlata6Vir-0-100-ACA	8113	20)VcTVe6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	8486	20)VcTVe6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	9062
23)RfIAzul6Vir-0-100-ACA	7957	6)Ci6LEHSC70-Ai-Ci6LB-0-100-ACA	8419	6)Ci6LEHSC70-Ai-Ci6LB-0-100-ACA	8962
20)VcTVe6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	7916	23)RfIAzul6Vir-0-100-ACA	8403	17)VcTBr6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	8919
6)Ci6LEHSC70-Ai-Ci6LB-0-100-ACA	7883	17)VcTBr6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	8398	23)RfIAzul6Vir-0-100-ACA	8891
17)VcTBr6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	7882	28)VcI6RfILET159+Aire+Ci6LB-0-100-ACA	8195	28)VcI6RfILET159+Aire+Ci6LB-0-100-ACA	8620
24)RfIPlata6+Aire+Ci6Vir-0-100-ACA	7800	14)VcTGr6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	8192	14)VcTGr6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	8599
14)VcTGr6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	7785	22)RfIPlata6Vir-0-100-ACA	8183	21)VcTVe6LEHSC70+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	8399
28)VcI6RfILET159+Aire+Ci6LB-0-100-ACA	7781	21)VcTVe6LEHSC70+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	8045	22)RfIPlata6Vir-0-100-ACA	8282
21)VcTVe6LEHSC70+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	7700	27)VcI6RfILET146+Aire+Ci6LB-0-100-ACA	7932	27)VcI6RfILET146+Aire+Ci6LB-0-100-ACA	8220
27)VcI6RfILET146+Aire+Ci6LB-0-100-ACA	7650	4)Ci6LET40-Ai-Ci6-0-100-ACA	7911	4)Ci6LET40-Ai-Ci6-0-100-ACA	8185
4)Ci6LET40-Ai-Ci6-0-100-ACA	7645	18)VcTBr6LEHSC70+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	7832	18)VcTBr6LEHSC70+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	8062
25)RfIAzul6+Aire+Ci6Vir-0-100-ACA	7631	25)RfIAzul6+Aire+Ci6Vir-0-100-ACA	7702	15)VcTGr6LEHSC70+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	7854
18)VcTBr6LEHSC70+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	7601	15)VcTGr6LEHSC70+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	7693	25)RfIAzul6+Aire+Ci6Vir-0-100-ACA	7829
13)VcTGr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	7553	26)VcI6RfILET138+Aire+Ci6LB-0-100-ACA	7638	26)VcI6RfILET138+Aire+Ci6LB-0-100-ACA	7776
15)VcTGr6LEHSC70+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	7541	19)VcTVe6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	7605	19)VcTVe6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	7735
16)VcTBr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	7536	16)VcTBr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	7573	16)VcTBr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	7656
26)VcI6RfILET138+Aire+Ci6LB-0-100-ACA	7510	24)RfIPlata6+Aire+Ci6Vir-0-100-ACA	7557	13)VcTGr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	7554
19)VcTVe6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	7503	13)VcTGr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	7521	24)RfIPlata6+Aire+Ci6Vir-0-100-ACA	7341

Tabla 6.2. Relaciones energéticas en la Cd. de Acapulco entre los 28 vidrios seleccionados y entre las diferentes porciones translúcidas.

Por la diferencia en las propiedades ópticas y térmicas en cada uno de los vidrios, se establece una eficiencia diferencial entre los vidrios en cada una de las porciones translúcida, y por ello una interacción entre las diferentes eficiencias que se manifiesta en forma diferente entre las diferentes proporciones translúcidas, principalmente en el rango del 10% al 50 %, y que es posible visualizar

en los vidrios seleccionados como los adecuados, en las tablas del 5 al 7 para las proporciones del 10% al 30%, seleccionadas como un ejemplo.

ET(KW/h)		T(KW/h)	
Tipo de vidrio	10%	Tipo de vidrio	20%
1)Ci6Vt(REF)0-100-Mex	4969	1)Ci6Vt(REF)0-100-Mex	6078
2)VLaMcl6+Ci6Vir-0-100-Mex	4760	2)VLaMcl6+Ci6Vir-0-100-Mex	5630
8)VcTBr6Vir-0-100-Mex	4692	8)VcTBr6Vir-0-100-Mex	5472
3)Vcl6+Aire+Ci6Vir-0-100-Mex	4647	3)Vcl6+Aire+Ci6Vir-0-100-Mex	5439
7)VcTGr6Vir-0-100-Mex	4636	9)VcTve6Vir-0-100-Mex	5360
9)VcTve6Vir-0-100-Mex	4635	7)VcTGr6Vir-0-100-Mex	5341
22)RfIPlata6Vir-0-100-Mex	4565	5)Ci6LET85-Ai-Ci6LB-0-100-Mex	4884
11)VcTBr6+Aire+Ci6Vir-0-100-Mex	4396	11)VcTBr6+Aire+Ci6Vir-0-100-Mex	4877
5)Ci6LET85-Ai-Ci6LB-0-100-Mex	4378	12)VcTve6+Aire+Ci6Vir-0-100-Mex	4792
24)RfIPlata6+Aire+Ci6Vir-0-100-Mex	4373	10)VcTGr6+Aire+Ci6Vir-0-100-Mex	4748
12)VcTve6+Aire+Ci6Vir-0-100-Mex	4350	22)RfIPlata6Vir-0-100-Mex	4585
10)VcTGr6+Aire+Ci6Vir-0-100-Mex	4343	23)RfIAzul6Vir-0-100-Mex	4558
23)RfIAzul6Vir-0-100-Mex	4342	20)VcTve6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-Mex	4455
20)VcTve6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-Mex	4181	6)Ci6LEHSC70-Ai-Ci6LB-0-100-Mex	4423
6)Ci6LEHSC70-Ai-Ci6LB-0-100-Mex	4164	17)VcTBr6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-Mex	4412
17)VcTBr6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-Mex	4161	28)Vcl6RfILET159+Aire+Ci6LB-0-100-Mex	4320
25)RfIAzul6+Aire+Ci6Vir-0-100-Mex	4159	14)VcTGr6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-Mex	4315
14)VcTGr6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-Mex	4128	21)VcTve6LEHSC70+Ai+Ci6LB-0-100-M	4237
28)Vcl6RfILET159+Aire+Ci6LB-0-100-Mex	4125	24)RfIPlata6+Aire+Ci6Vir-0-100-Mex	4200
13)VcTGr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-Mex	4110	27)Vcl6RfILET146+Aire+Ci6LB-0-100-Mex	4198
21)VcTve6LEHSC70+Ai+Ci6LB-0-100-Me	4077	4)Ci6LET40-Ai-Ci6-0-100-Mex	4168
27)Vcl6RfILET146+Aire+Ci6LB-0-100-Mex	4068	25)RfIAzul6+Aire+Ci6Vir-0-100-Mex	4139
16)VcTBr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-Mex	4067	18)VcTBr6LEHSC70+Ai+Ci6LB-0-100-Me	4122
4)Ci6LET40-Ai-Ci6-0-100-Mex	4060	15)VcTGr6LEHSC70+Ai+Ci6LB-0-100-Me	4061
18)VcTBr6LEHSC70+Ai+Ci6LB-0-100-Me	4031	26)Vcl6RfILET138+Aire+Ci6LB-0-100-Mex	4047
15)VcTGr6LEHSC70+Ai+Ci6LB-0-100-Me	4012	19)VcTve6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-Mex	4031
26)Vcl6RfILET138+Aire+Ci6LB-0-100-Mex	4008	24)RfIPlata6+Aire+Ci6Vir-0-100-Mex	4027
19)VcTve6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-Mex	4006	16)VcTBr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-Mex	4027
		13)VcTGr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-Mex	4020
		13)VcTGr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-Mex	4004

Tabla 6.3.- Relaciones energéticas en la Cd. de Mexicali entre los 28 vidrios seleccionados y entre las diferentes porciones translúcidas.

Por la interacción entre las eficiencias, en cada porción translúcida, se visualiza que no siempre ocupan, tanto los vidrios seleccionados como los demás la misma ubicación, sino que esta se ve desplazada, en función de vidrios con una mayor eficiencia, misma que se incrementa al aumentar la porción translúcida, y que al ocupar un sitio de mayor eficiencia, desplazan a los que la tengan en menor medida.

En las tablas 5, 6 y 7 existe un segundo señalamiento, en el que se enmarca al comportamiento de los diferentes tipos de vidrio reflejante, tanto en sus modalidades monolíticas como dobles con cámara de aire, observándose que presentan una eficiencia en el gasto de la energía superior a la de los demás vidrios, y que se reubican en una mejor posición de eficiencia al aumentar la porción translúcida, por tener una menor proporción de gasto energético, con lo que obligan a la reubicación, por sustitución, de los vidrios que presentan un mayor gasto energético, excepto a los que tienen eficiencias menores, como son por ejemplo el claro en 6 mm, que es uno de los que presentan la menor eficiencia energética.

La velocidad en la interacción por ubicación geográfica es también diferencial, y la mayor se observa en la Cd. de Acapulco, al ubicarse los vidrios reflejantes en la mejor eficiencia en la proporción translúcida del 30%, la velocidad intermedia en la eficiencia del gasto energético le corresponde a la Cd. de Mexicali, al ubicarse los vidrios reflejantes en la mejor eficiencia en la proporción del 40% y la menor velocidad se observ

a para la relación en la Cd. de México al ubicarse los vidrios reflejantes en la mejor eficiencia en la proporción del 50%. En el ANEXO E, se presenta la serie completa de las tablas 6.1, 6.2 y 6.3,

6.1.2. Ahorro de energía por proporción translúcida.

Por la diferencia en las propiedades ópticas y térmicas en el material vítreo, se presenta una eficiencia diferencial tanto entre los diferentes vidrios como entre las diferentes porciones translúcidas y entre las diferentes ubicaciones geográficas, y de estas diferencias energéticas, se establece una dinámica en el ahorro de energía.

Derivado del análisis de la eficiencia energética entre los 28 vidrios seleccionados, se establece el ahorro que con cada uno de los 28 vidrios es posible obtener en cada una de las porciones translúcidas con respecto a un vidrio de referencia, y para efecto de este trabajo es el vidrio claro de 6 mm el que se utiliza, en cada ubicación geográfica.

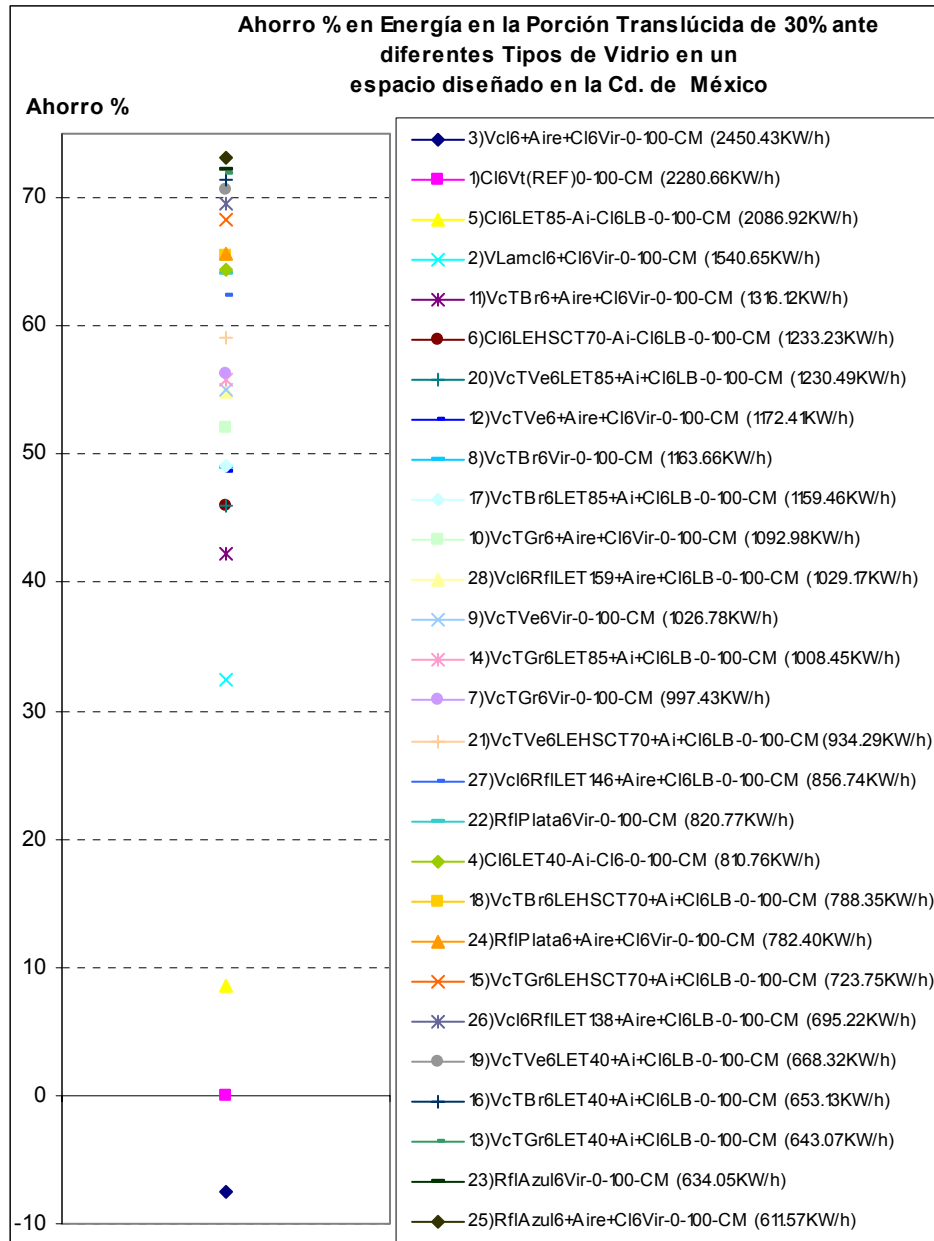
El ahorro por cada una de las porciones translúcidas se representa en forma gráfica desde la porción translúcida de 10% hasta la del 100% o totalmente translúcida. Esta relación de ahorro por porción translúcida en proporciones de 10% hasta cubrir el 100% representa 10 gráficas por cada ubicación geográfica, por lo que al haberse simulado el comportamiento energético en 3 ubicaciones geográficas se tienen 30 gráficas, las cuales constituyen el ANEXO F.

Esta representación del ahorro a través de gráficas se considera es la mejor forma de visualizar tanto el ahorro por porción translúcida como identificar a los distintos vidrios, en la consideración de que por la diferencia entre las propiedades térmicas y ópticas entre los 28 tipos de vidrio y en cada una de las 10 porciones translúcidas varía su interrelación de eficiencia entre los 28 vidrios, excepto en el vidrio de referencia, por lo que es más fácil su consulta y su aplicación, que por medio de un modelo o ecuación, ya sea en forma individual para cada uno de los materiales vítreos o en la integración de todos ellos, lo que dificultaría su comprensión y su aplicación, y además perdería precisión.

A continuación se presenta un ejemplo para la porción translúcida de 30 % en cada una de las ubicaciones geográficas: la Ciudad de México, la Ciudad de Acapulco y la Ciudad de Mexicali, a fin de observar las diferencias que existen entre la gama de vidrios como los seleccionados en este trabajo.

El ANEXO F titulado “Ahorro porcentual en porción translúcida, en diferentes proporciones en un espacio diseñado y con ubicación geográfica en las ciudades de México, Acapulco y Mexicali”, el ahorro porcentual se representa a través de color, y en la clasificación a cada uno de los colores se le vincula con el tipo de vidrio y al gasto energético que le corresponde en el espacio diseñado para este proyecto. Se considera que la relación de ahorro cualitativa entre la gama de vidrios

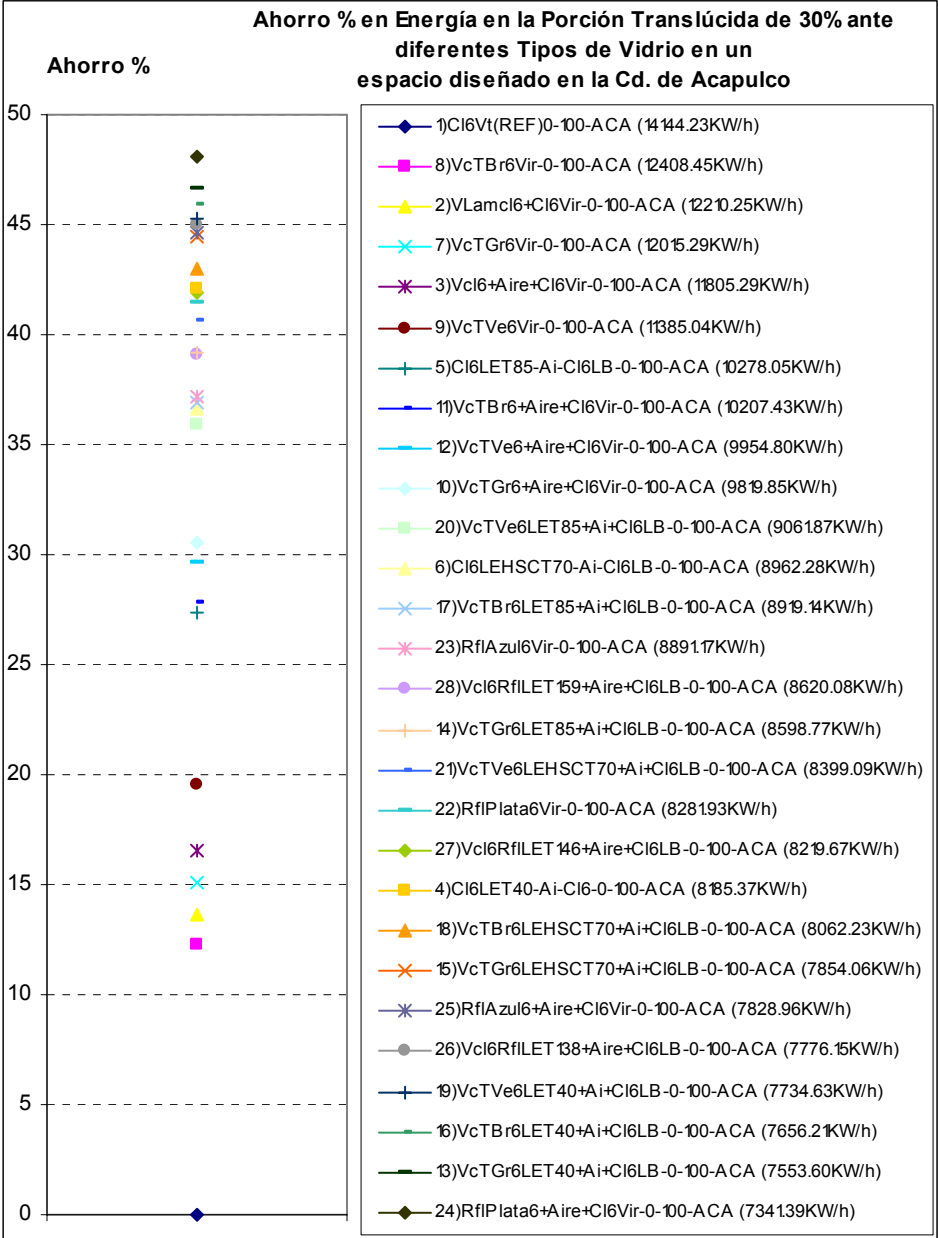
propuesta se mantiene en cada ubicación climática y en cada proporción translúcida, aunque el diseño del espacio arquitectónico sea modificado, por lo que se contempla este resultado como una de las aportaciones de este trabajo, al tener una aplicación práctica que puede apoyar a un ahorro de energía.



Gráfica 6.1 Ahorro de energía en envolvente translúcida de 30 % en la ZMCM

En la gráfica Núm. 6.1, para la ubicación geográfica en la Ciudad de México, es posible ver, que el vidrio de referencia es el claro 6 mm, el cual al ubicarse en la parte inferior, lo que nos indica que con él se obtiene 0% de ahorro de energía en la Cd. de México, y que en el espacio diseñado para la porción translúcida de 30% se requiere un gasto energético de 2450 KW/h; y el vidrio con el que en esta porción translúcida se obtendría el máximo ahorro le corresponde al vidrio en unidad doble

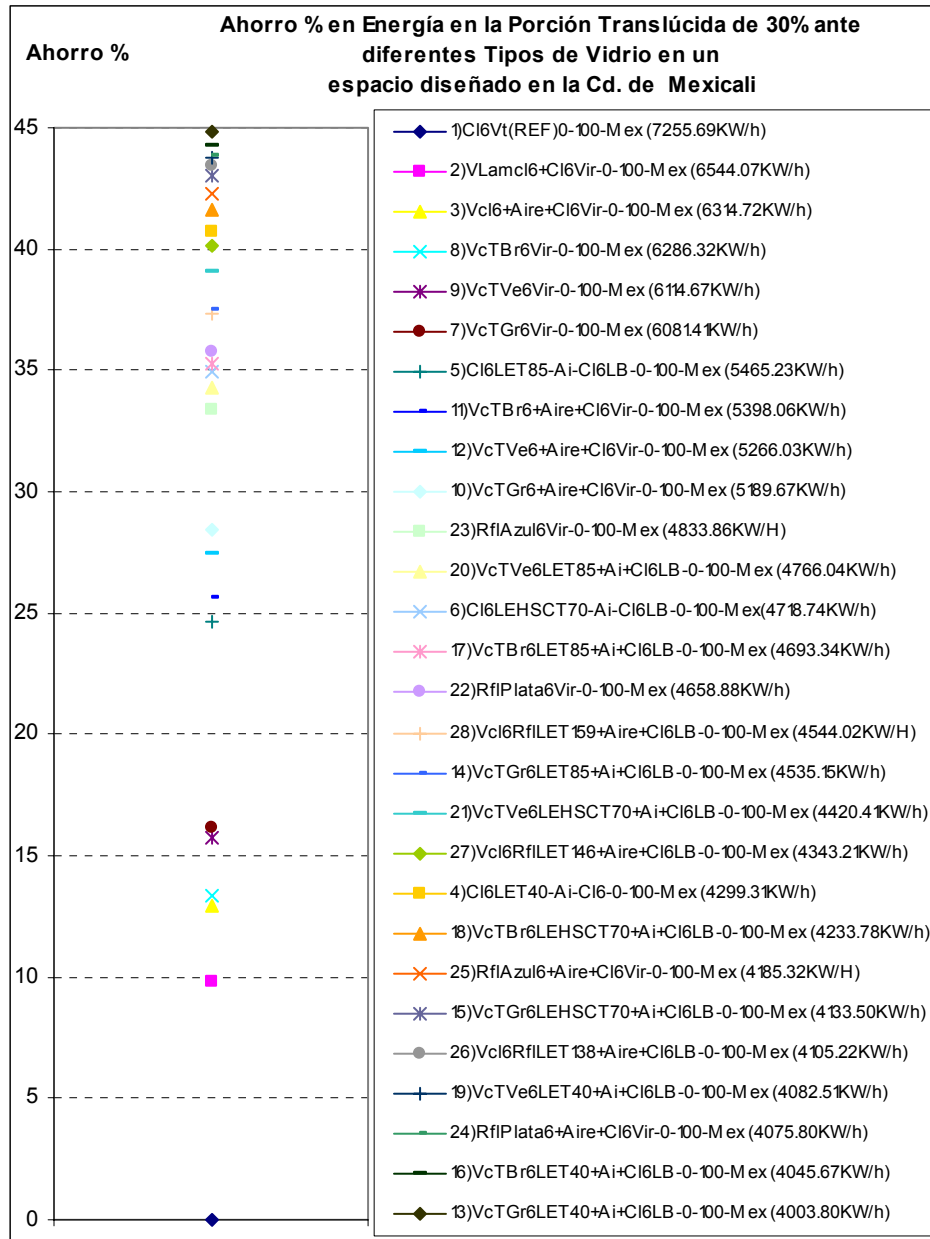
reflejante azul y vidrio claro 6 mm con cámara de aire entre ambos y con el cual el gasto energético anual sería de 612 KW/h, obteniéndose un ahorro del orden de 73% con respecto al vidrio claro 6 mm de referencia. Cabe aclarar que en algunas de las simulaciones la unidad doble con 2 vidrios claros requieren de un mayor gasto energético, como en este caso, al rebasar en un 7% al claro 6 mm considerado como referencia.



Gráfica 6.2 Ahorro de energía en envoltura translúcida de 30 % en la Cd. de Acapulco

En la gráfica Núm. 6.2. con aplicación para la Cd. de Acapulco, es posible ver, que el vidrio de referencia es el claro 6 mm, el cual al ubicarse en la parte inferior, nos indica que con él se obtiene 0% de ahorro de energía, y en la Cd. de Acapulco, con una proporción translúcida de 30% se requeriría un gasto energético de 14144 KW/h, a diferencia del gasto de 2450 KW/h que en la Cd.

de México se requeriría. En esta ubicación geográfica el vidrio con el que se obtendría el ahorro mayor sería con el Vidrio en unidad doble reflejante plata 6mm y claro 6mm con cámara de aire entre ambos, y con el cual el gasto energético sería de 7341 KW/h, lo que representaría un ahorro con respecto al vidrio de referencia de 48 %, valor con el que se relaciona también en la gráfica.



Gráfica 6.3- Ahorro de energía en envoltura translúcida de 30 % en la Cd. de Acapulco

En la gráfica Núm. 6.3, con aplicación para la Cd. de Mexicali, es posible ver que con el vidrio de referencia, el claro 6 mm, se requeriría un gasto energético de 7255 KW/h y este gasto representa un 0% de ahorro, por ser referencia, y que el vidrio con el que se obtendría el mayor ahorro, en esta proporción de 30 % y en esta ubicación geográfica, le corresponde al vidrio en unidad doble gris con recubrimiento LE en 40 y un vidrio claro 6 mm con cámara de aire entre ambos vidrios, con

el cual se requeriría un gasto energético de 4003.80 KW/hr, lo que representaría un ahorro de 44.82% con respecto al vidrio claro 6 mm de referencia.

Con este ejemplo, es posible ver que en cada una de las porciones translúcidas y en cada ubicación geográfica, las relaciones en eficiencia energética son diferentes, y esta diferencia la determinan tanto las características ambientales climáticas como la respuesta o comportamiento energético específico del vidrio en función de sus propiedades térmicas y ópticas.

6.1.3. Ahorro de energía por porción translúcida más eficiente.

A continuación se presenta el análisis que se hace en el gasto energético entre las diferentes porciones translúcidas, y entre las diferentes ubicaciones geográficas, con clima característico, con la finalidad de obtener un ahorro vinculado a una proporción translúcida, a la que se podría considerar como la más eficiente, en la consideración de que el gasto energético que nos reportan las simulaciones para cada uno de los vidrios y en cada una de las porciones translúcidas se logra el confort al interior del espacio diseñado, y la diferencia entre los diferentes gastos energéticos, es función del comportamiento térmico de cada uno de los vidrios, función a su vez de sus propiedades ópticas y térmicas.

Se parte de la necesidad de contar con el ingreso al espacio diseñado de una iluminación natural que disminuya al máximo el gasto energético por este concepto, por lo que se contempla de los ANEXOS D la proporción translúcida en la cual el gasto por este concepto tiene el menor gasto y a partir de la cual ya no hay fluctuación, o esta es mínima. Al concepto de calentamiento se le toma en consideración, pero el que prevalece es el de iluminación, por ser ésta necesaria en todos los ámbitos en nuestro país, y no así el del calentamiento que es estacional, y poco significativo.

Con base en el criterio de seleccionar al parámetro de iluminación natural como necesario, para la selección de la porción translúcida más eficiente o con menor gasto energético, y aunque en el análisis se incluyen a los vidrios reflejantes, se les descarta, ya que con ellos se tiene el mayor gasto energético por iluminación por una disminución en el ingreso de la porción visible del espectro electromagnético, lo que obliga al uso casi exclusivo de iluminación por medio de energía eléctrica, lo cual no es recomendable, por salud, sea en forma permanente por requerimientos fisiológicos de la visión humana.

Del análisis se define que la porción translúcida a partir de la cual se cubren los requerimientos energéticos por concepto de iluminación fluctúa entre el 30 y el 40%, y considerando que la diferencia es mínima entre las dos porciones, se procede a cuantificarlas, tanto en energía(KW/hr) como en participación porcentual, para conocer cuánto representa el gasto : ahorro de energía entre las dos porciones. En la Tabla 6.4 se presenta la relación para las 3 ciudades seleccionadas.

Ahorro de energía en (KW/hr) y (%) por sustitución del 40% al 30% en la porción translúcida de la Envolvente										
Tipo de vidrio	Climatización	Ahorro en la Cd. de México			Ahorro en la Cd. de Acapulco			Ahorro en la Cd. de Mexicali		
		Diferencia		Ahorro total (%)	Diferencia		Ahorro total (%)	Diferencia		Ahorro total (%)
		KW/hr	%		KW/hr	%		KW/hr	%	
Cl6Vt	Enfr.	1270.70	39.80	39.68	2047.93	12.91	12.89	1293.80	16.27	16.09
	Cat.	-1.49	-0.05		0.00	0.00		-14.82	-0.19	
cTGr6Vt	Enfr.	529.55	41.60	40.71	1390.74	10.50	10.45	814.27	12.92	12.77
	Cat.	-4.84	-0.38		0.00	0.00		-7.53	-0.12	
cTBr6Vt-0-100CM	Enfr.	554.70	41.51	40.71	1418.30	10.62	10.58	831.61	13.06	12.92
	Cat.	-5.08	-0.38		0.00	0.00		-8.16	-0.13	
cTVe6Vt-0-100CM	Enfr.	558.82	41.59	41.01	1418.02	11.20	11.17	831.60	13.06	12.93
	Cat.	-4.87	-0.36		0.00	0.00		-8.18	-0.13	
RfPI6Vt	Enfr.	4.01	6.29	-118.59	137.99	1.80	0.77	97.21	2.68	0.67
	Cat.	3.76	5.89		0.00	0.00		7.10	0.20	
RfIAzVt	Enfr.	128.08	34.70	31.65	746.46	7.47	7.41	428.23	8.80	8.62
	Cat.	-4.74	-1.28		0.00	0.00		-4.93	-0.10	
Vlam Cl6+pbv+Cl6	Enfr.	938.63	40.23	39.92	1734.47	12.45	12.44	1055.69	14.76	14.52
	Cat.	-5.22	-0.22		0.00	0.00		-16.64	-0.23	
VCl6+Ai+Cl6	Enfr.	1395.98	38.34	38.14	1550.84	11.76	11.74	1076.04	15.40	14.77
	Cat.	-5.05	-0.14		0.00	0.00		-43.85	-0.63	
cTGr6+Ai+Cl6	Enfr.	696.88	40.74	39.63	982.56	8.99	8.93	615.69	11.22	10.46
	Cat.	-12.55	-0.73		0.00	0.00		-39.89	-0.73	
cTBr6+Ai+Cl6	Enfr.	749.67	40.67	39.68	1039.82	9.32	9.27	653.14	11.62	10.89
	Cat.	-11.87	-0.64		0.00	0.00		-39.77	-0.71	
cTVe6+Ai+Cl6	Enfr.	736.25	40.68	39.81	1043.14	9.35	9.31	652.33	11.60	10.90
	Cat.	-12.02	-0.66		0.00	0.00		-39.18	-0.70	
VRfIPlata6mm+Aire+Cl6	Enfr.	51.86	23.94	-30.38	121.84	1.60	0.30	93.25	2.58	-0.31
	Cat.	-16.01	-7.39		0.00	0.00		-26.08	-0.72	
VRfIAzul6mm+Aire+Cl6	Enfr.	299.91	40.62	37.57	568.23	6.13	6.06	349.25	7.73	6.85
	Cat.	-16.21	-2.20		0.00	0.00		-34.51	-0.76	
cl6LET40-Ai-cl6	Enfr.	300.77	41.70	38.17	273.01	3.37	3.28	202.58	5.16	3.89
	Cat.	-18.93	-2.62		0.00	0.00		-47.66	-1.21	
cl6LET85-Ai-cl6	Enfr.	1194.92	40.56	40.26	987.49	9.03	9.00	740.26	12.94	11.97
	Cat.	-5.88	-0.20		0.00	0.00		-55.06	-0.96	
cl6LEHSC70-Ai-cl6	Enfr.	655.14	42.62	41.46	547.92	5.97	5.92	392.42	8.56	7.38
	Cat.	-14.15	-0.92		0.00	0.00		-53.84	-1.17	
VcTGr6LET40-Ai-cl6	Enfr.	111.02	35.52	24.46	982.56	8.99	8.93	63.17	1.85	0.13
	Cat.	-21.38	-6.84		0.00	0.00		-39.88	-1.17	
VcTGr6LET85-Ai-cl6	Enfr.	465.29	42.44	40.23	934.66	8.71	8.64	302.01	7.05	5.82
	Cat.	-17.62	-1.61		0.00	0.00		-50.71	-1.18	
VcTGr6LEHSC70-Ai-cl6	Enfr.	230.16	41.39	36.57	826.55	8.02	7.96	137.73	3.74	2.40
	Cat.	-20.23	-3.64		0.00	0.00		-46.60	-1.26	
VcTBr6LET40-Ai-cl6	Enfr.	137.15	37.61	24.16	1039.82	9.32	9.27	87.68	2.50	1.02
	Cat.	-21.08	-5.78		0.00	0.00		-41.54	-1.18	
VcTBr6LET85-Ai-cl6	Enfr.	298.67	42.64	38.90	988.82	9.03	8.98	372.43	8.23	7.05
	Cat.	-19.64	-2.80		0.00	0.00		-52.06	-1.15	
VcTBr6LEHSC70-Ai-cl6	Enfr.	298.67	42.64	38.90	958.94	8.86	8.81	181.41	4.72	3.41
	Cat.	-19.64	-2.80		0.00	0.00		-48.77	-1.27	
VcTVe6LE40-Ai-cl6	Enfr.	166.50	39.08	32.71	1043.14	9.35	9.31	109.46	3.05	1.76
	Cat.	-20.62	-4.84		0.00	0.00		-42.88	-1.19	
VcTVe6LE85-Ai-cl6	Enfr.	646.43	42.44	41.23	962.12	8.88	8.83	405.02	8.73	7.59
	Cat.	-6.54	-1.54		-4.45	-0.04		-3.55	-0.10	

Tabla 6.4 Ahorro de energía (KW/hr) y (%) por reducción en porción translúcida de 40 a 30%

En la Tabla 6.4 se presenta el Ahorro de energía en (KW/hr) entre las porciones translúcidas del 30% y el 40%, así como el ahorro porcentual que esto implica, y de esta relación, se observa que si la proporción translúcida se reduce de 40% a 30% el gasto energético (KW/hr) por concepto de iluminación más el del calentamiento, en caso de requerirse, representa en promedio un incremento de 1%, en comparación con ahorros porcentuales por concepto de enfriamiento que oscilan en el rango de 30 a 40 % en la Cd. de México; de 2 al 13% en la Cd. de Acapulco y de 2 al 14% en la Cd. de Mexicali, lo cual no significa que en KW/hr el ahorro sea mayor en la Cd. de México, sino que por ser superior el gasto energético en las Ciudades de Acapulco y Mexicali, por

la influencia climática, la participación porcentual del ahorro de energía en la porción translúcida del 30% representa una menor proporción con respecto a la del 40%.

6.2. Influencia del aspecto climático en el consumo de energía eléctrica.

De la simulación térmico-energética con HEED, y tomando como base a la proporción translúcida de 30% y el gasto energético del vidrio claro 6 mm como referencia para los demás tipos de vidrio, se establece un gasto de energía (KW/hr) anual por influencia climática entre las ciudades de México, Acapulco y Mexicali de **1 : 6 : 3**, como las representativas para los climas templado, cálido húmedo y cálido seco.

Como comprobación a las relaciones de gasto de energía determinadas de la simulación, a continuación se analizarán aspectos del relacionados con el consumo de energía eléctrica en nuestro país con influencia del aspecto climático, a efecto de comparación, y contar con más elementos para fundamentar las relaciones y con ello las estrategia(s) para el ahorro de energía con el uso de vidrio en la envolvente de las edificaciones.

6.2.1. Zonas climáticas y crecimiento poblacional urbano.

En relación al clima y la población, Clarke en 1991 establece “La influencia del clima sobre la distribución de la población es importantísima, no sólo en forma directa sobre el organismo humano, sino también indirectamente, por sus efectos sobre los suelos, vegetación y agricultura”

Clarke en Gutiérrez, 2004

En México existen zonas con baja densidad poblacional, como son las áridas o las muy áridas, caracterizadas por la escasez de lluvia o porque la evaporación supera a la precipitación y esta no es suficiente para recargar acuíferos, así como una oscilación térmica importante no sólo a lo largo del año con diferencias muy marcadas en las estaciones, sino también en el transcurso del día, y por la variación se les considera de temperatura extremosa, y esta situación dificulta la habitabilidad del hombre, ya que la baja disponibilidad de agua dificulta la posibilidad de cultivos y el agua es requisito elemental para la vida; y a estas características corresponde en nuestro país la zona al Norte del trópico de Cáncer Clarke en Gutiérrez, 2004.

En México existe la zona tropical, la que se caracteriza por intensas precipitaciones, altas temperaturas y elevada humedad relativa, lo que dificulta la habitabilidad por el hombre, ya que en estos sitios el suelo es pobre y no apto para cultivo, debido a que la materia orgánica se encuentra en los organismos propios de la selva y por la alta temperatura, presenta una circulación orgánica acelerada; favoreciendo el calor húmedo la presencia de enfermedades.

En base a la clasificación de García, E., Gutiérrez T. considera que la población urbana en México se encuentra asentada en 2 zonas climáticas: húmeda y seca, que se subdividen a su vez en dos, las cuales a continuación se describen:

- ✧ La zona cálido húmeda-subhúmeda (clima A) con las características: La temperatura media anual es superior a 22°C y la del mes más frío es superior a 18°C, la precipitación en todos los meses del año es superior a 60 mm y en la zona cálida subhúmeda puede haber un mes con precipitación inferior a 60 mm.
- ✧ La zona templada húmeda-subhúmeda (clima C) con las características: La temperatura media anual es entre 12 y 18°C, la del mes más frío es superior a 10°C, y la del mes más caliente es superior a 18°C; la precipitación pluvial del mes más seco es superior a 40 mm y en la templada subhúmeda la precipitación de uno o más meses puede ser inferior a 40 mm.
- ✧ La zona seca (clima BS) con las características: La temperatura media anual es superior a 22°C y hay escasez de lluvia, con una precipitación entre los 300 y 500 mm al año.
- ✧ La zona muy seca (clima BW) con las características: Temperatura media anual superior a 22°C y mayor escasez de lluvia que en el clima BS, ya que la precipitación que se recibe al año es menor a 300 mm.

Los climas húmedos ocupan una extensión de 42% de la superficie del país y se ubican a lo largo de las sierras en el país, de las zonas costeras al sur del trópico de cáncer, en las partes altas de la cuenca del Balsas, en el Istmo de Tehuantepec, en la depresión central de Chiapas y en la península de Yucatán ^{Gutiérrez, T.}. En 1970 en los climas húmedos habitaba el 68.8 % de la población urbana total, y en el año 2000 habita el 66.1 %.

Los climas secos ocupan la mayor extensión del territorio nacional, el 58%, situados en su mayor parte en el norte del país, y en pequeñas áreas al sur del Sistema Volcánico Transversal, parte baja de la cuenca del río Balsas, valle de Tehuacan, algunos valles de Oaxaca y una pequeña porción en el extremo noroeste de la península de Yucatán. En 1970 en estos climas habitaba el 31.2% de la población y en el año 2000 habita el 33.9 % ^{Clarke en Gutiérrez, 2004}.

A pesar de dificultad de habitabilidad humana en zonas con clima cálido seco y muy seco y con cálido húmedo, por las características negativas para su habitabilidad, son las zonas en las que el crecimiento poblacional urbano, en México, no sólo está presente, sino que la tasa de crecimiento es superior al de la zona con clima templado húmedo y subhúmedo. En la Tabla 6.5 es posible observar la tasa de crecimiento medio anual en la población urbana por zonas climáticas, y es posible ver que en el período de 1970 al 2000 la zona cálido húmeda y subhúmeda tuvo un crecimiento de 4.33 %, y que es superior al total urbano nacional de 3.43%; y que en el mismo período la tasa de crecimiento poblacional en las zonas con clima cálido seco y muy seco es mayor que el crecimiento poblacional de la zona templada húmeda y subhúmeda, y que la tasa de

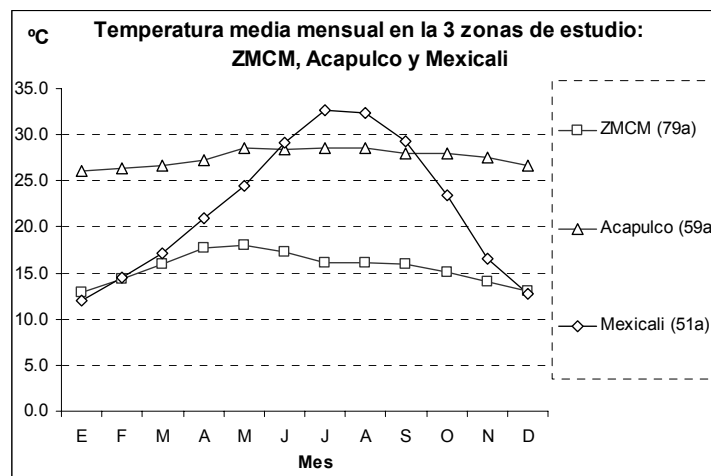
crecimiento poblacional en el cálido seco es superior al crecimiento total urbano, de 3.43 % Clarke en Gutiérrez, 2004

Zonas Climaticas	1970-2000	1970-1980	1980-1990	1990-2000
Cálida húmeda-subhúmeda	4.33	6.24	4.20	2.58
Templada húmeda-subhúmeda	2.98	5.14	1.83	1.99
Cálida seca	3.84	4.89	3.76	2.88
Cálida muy Seca	3.35	4.12	3.33	2.61
Total Urbana	3.43	5.16	2.78	2.37

Tabla 6.5. Crecimiento medio anual (%) en la población urbana, por zona climática Gutiérrez, 2004

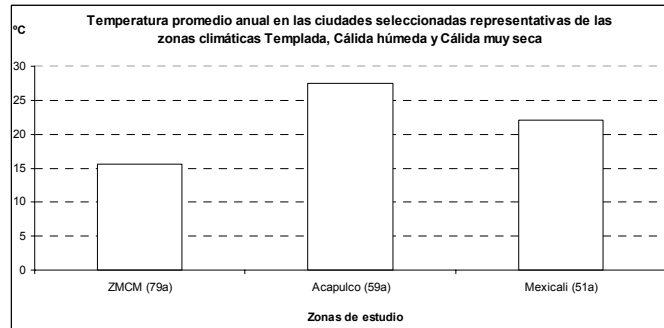
En el período de 1990–2000, la tasa de crecimiento poblacional en las zonas climáticas cálida húmeda-subhúmeda, fue de 2.58%, la de la cálida seca, de 2.88%, y la de la muy seca, de 2.61%, todas superiores a la tasa de crecimiento poblacional urbana nacional de 2.37%, y por supuesto superiores a la tasa de crecimiento de la zona templada húmeda-subhúmeda Gutiérrez, 2004.

En México, el mayor crecimiento poblacional en zonas climáticas poco favorables para la habitabilidad, como son las cálida húmeda-subhúmeda y las cálidas seca y muy seca, es preocupante, y más en el contexto de un cambio climático global, ya que es en estas zonas donde por incremento de temperatura ambiental se incrementará la demanda de energía eléctrica al interior de las edificaciones, por el concepto de climatización en enfriamiento —que es el que más energía requiere y en proporciones muy altas como se ha demostrado en este trabajo— y para la conservación de alimentos, lo que intensificará la demanda y consumo de energía, que por crecimiento poblacional tiene una tendencia ascendente y a una velocidad superior al crecimiento poblacional. Las zonas seleccionadas para la simulación del comportamiento térmico de la envolvente translúcida en el presente proyecto son la Zona Metropolitana de la Cd. de México, la Ciudad de Acapulco y la Ciudad de Mexicali como representativas de las zonas climáticas Templada, Cálida húmeda y Cálida seca respectivamente, presentándose de ellas en la Gráfica 6.4 la representación comparativa de las 3 zonas con base en registros históricos. García, E.



Gráfica 6.4 Temperatura media mensual en las 3 ciudades seleccionadas y representativas de las 3 zonas climáticas.

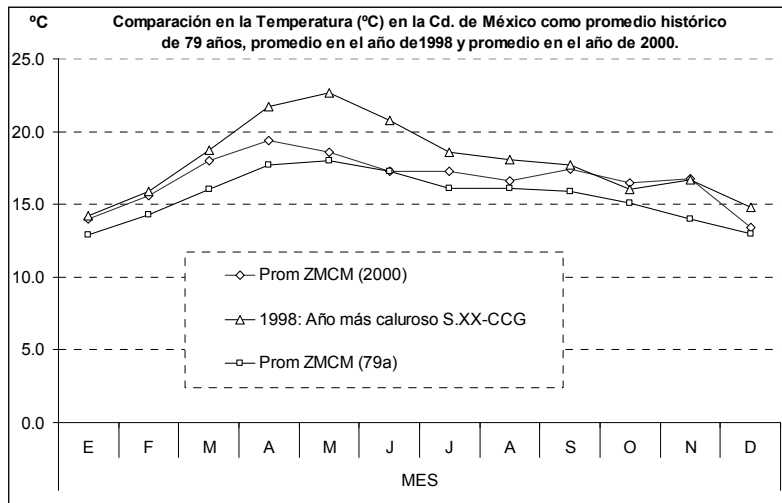
En la Gráfica 6.4 se muestra el comportamiento térmico ambiental anual de las ciudades seleccionadas, y en la que destaca la gran oscilación térmica en Mexicali, con clima cálido muy seco y extremoso, con temperaturas muy altas en la estación del verano, y superiores a las de la Cd. de Acapulco, con temperaturas intermedias a las de la Ciudades de Acapulco y de México en los meses de abril, mayo, octubre y noviembre, y con temperaturas ambientales en diciembre y enero inferiores a las de la Cd. de México.



Gráfica 6.5 Comparación de la temperatura promedio anual en las 3 ciudades seleccionadas.

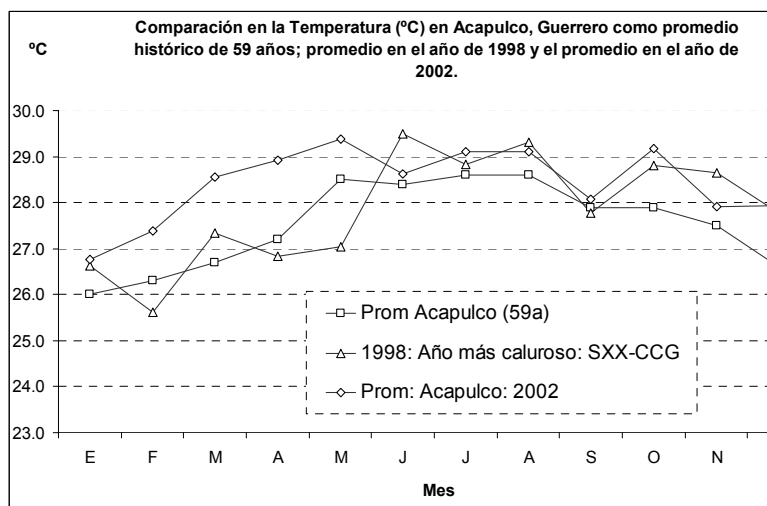
Si consideramos el promedio anual de la temperatura (°C) en las zonas de estudio, en la Gráfica 6.5 se muestra que en la Cd. de México es de 15.53°C, en Acapulco es de 27.52°C y en Mexicali de 22.12°C. Estos promedios corresponden a los de los registros históricos de la Gráfica 6.4, de 79 años, 59 años y 51 años respectivamente para cada una de las ciudades ^{García, E.}, y que por ser datos de registros de más de 30 años se consideran válidos representativos para cada uno de los lugares mencionados.

En un contexto ambiental mundial de calentamiento climático, una de las evidencias de su existencia es el incremento de la temperatura a nivel global de $0.6 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$, pero este incremento es sólo el promedio global, ya que existen diferencias significativas a nivel regional e inclusive a menor escala, de que el incremento es más acentuado, tanto por una dinámica propia que se encuentra reforzada por el calentamiento global, por ejemplo en las ciudades, donde existe una mayor emisión de calor y en las que las edificaciones participan en forma importante, o en lugares en los que la humedad relativa es baja, por lo que a continuación se presenta la comparación de 3 comportamientos en la oscilación de la temperatura anual en las tres ciudades seleccionadas con clima representativo, a fin de observar si la temperatura registrada en el año de 1998, considerado como el más cálido del siglo XX, y la de otro año más próximo presentan diferencias con los respectivos registros históricos.



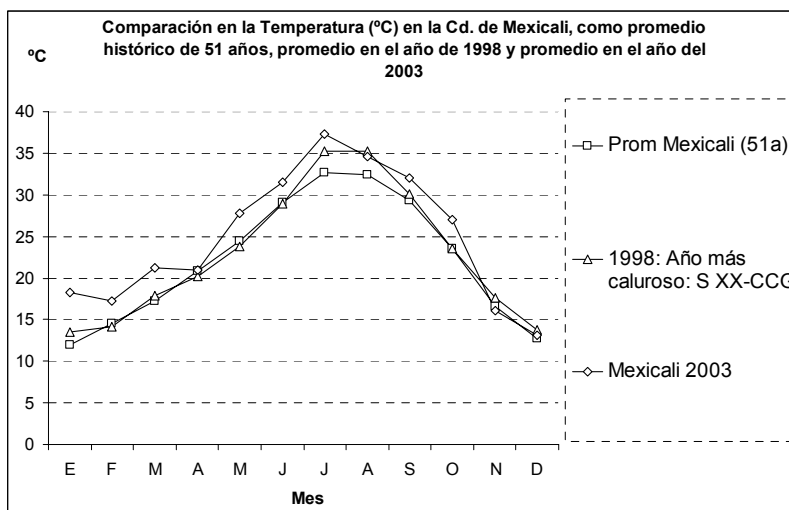
Gráfica 6.6 Comparación en la Temperatura (°C) en la Cd. de México: registros históricos, de 1998 y del 2000.

En la gráfica 6.6 se muestran 3 comportamientos de la temperatura ambiental anual en la Cd. de México: la primera de los promedios de registros históricos de 79 años, que sirven de base para la comparación; la de los promedios del año de 1998, considerado por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático, PICC, como el año que registró temperaturas más altas en el siglo XX, y los promedios del año 2000, que es el más cercano del que se tienen registros completos. En la gráfica 6.6 se observa que la temperatura registrada en el año de 1998 es la más alta, con referencia a la de los registros históricos y a la del año 2000 que es el año más cercano con registros completos^{SMN}; de la comparación es posible considerar que la temperatura en la Cd. de México se está incrementando en forma importante, principalmente en el período anterior a la época de lluvias, por lo que en este lapso la demanda de energía debe no sólo ser mayor por concepto de enfriamiento, sino que la tendencia en el tiempo es posible que sea mayor también.



Gráfica 6.7 Comparación en la Temperatura (°C) en la Cd. de Acapulco: registros históricos, de 1998 y del 2000.

En la gráfica 6.7 se muestran 3 comportamientos de la temperatura ambiental en la Cd. de Acapulco, de promedios de registros históricos de 59 años ^{García, E}, como referencia para la comparación y con ella comparar los promedios de las temperaturas de los años de 1998 ^{SMN}, considerado por el PICC, como el año con el mayor calor registrado, y los promedios del año 2002, que es el año más cercano con registros completos ^{SMN}. En la gráfica 16 se observan diferencias con respecto a la referencia, y una alteración en la temperatura del año de 1998, al presentarse en la temperatura promedio datos que son incluso menores a los datos históricos en los meses de febrero, abril y mayo, pero en todos los demás meses el promedio si es superior a los de referencia; y con respecto al año del 2002, se observan temperaturas que superan a todas las de referencia e inclusive a las del año de 1998, considerado como el año más cálido del S. XX.



Gráfica 6.8. Comparación en la Temperatura (°C) en la Cd. de Mexicali: registros históricos, de 1998 y del 2003.

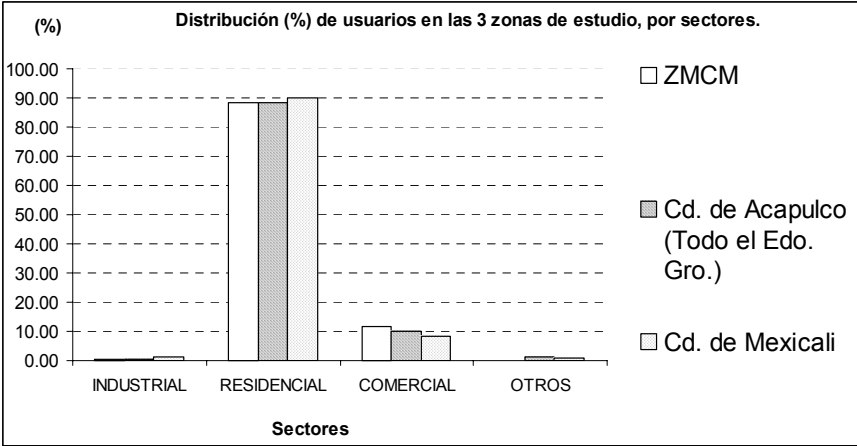
En la gráfica 6.8 se muestran 3 comportamientos de la temperatura ambiental en la Cd. de Mexicali, como el promedio de registros históricos de 51 años ^{García E}, y que se consideran como base para la comparación, el promedio de temperatura en el año de 1998 ^{SMN}, considerado por el PICC como el de mayor calor registrado en el siglo XX, y la temperatura registrada en el año de 2003 que es el año más cercano con registros completos ^{SMN}.

En la gráfica 6.8 se observa que la temperatura registrada en el año de 1998 rebasa a la de los registros históricos a partir de la estación del Verano, desde el mes de julio y hasta septiembre, así como en noviembre, diciembre y enero, sin embargo, la temperatura promedio en el año del 2003 rebasa en 10 de los 12 meses a las del año de 1998, considerado como el de mayor calor en el siglo XX., por lo que es posible considerar que en la Cd. de Mexicali se está incrementando la temperatura ambiental en forma importante y mayor que en las ciudades de México y Acapulco, tanto por el rango de diferencia (°C) como por el número de meses en el que se presentan las diferencias.

De las gráficas podríamos considerar que en las ciudades seleccionadas se está registrando un calentamiento, en forma diferencial, siendo mayor en el clima cálido seco, menor en el cálido húmedo e intermedio en el templado, y esta situación, incrementa la demanda, el consumo y la generación de energía eléctrica, y considerando la importante proporción de combustibles de tipo fósil, por su quema la emisión y concentración atmosférica de gases efecto invernadero continuará, y en mayor proporción, si no hay en un plazo corto una sustitución de combustibles o el uso de energías alternativas renovables. El “sistema Ciudad” se encuentra en una retroalimentación de tipo negativo, ya que ante un incremento en el calor, se provoca una mayor demanda y generación de energía y esto incrementa la quema de combustibles fósiles y la emisión de gases efecto invernadero; y conforme se incremente la concentración de gases efecto invernadero la velocidad del calentamiento global se acelerará, y esto a su vez provocará un incremento en la necesidad de más energía para climatización, específicamente enfriamiento, que es el concepto que por el que más se gasta energía en nuestro país; y este incremento en el gasto energético provocará un mayor calentamiento, etc.

6.2.2. Comportamiento del consumo energético eléctrico por diferencia climática.

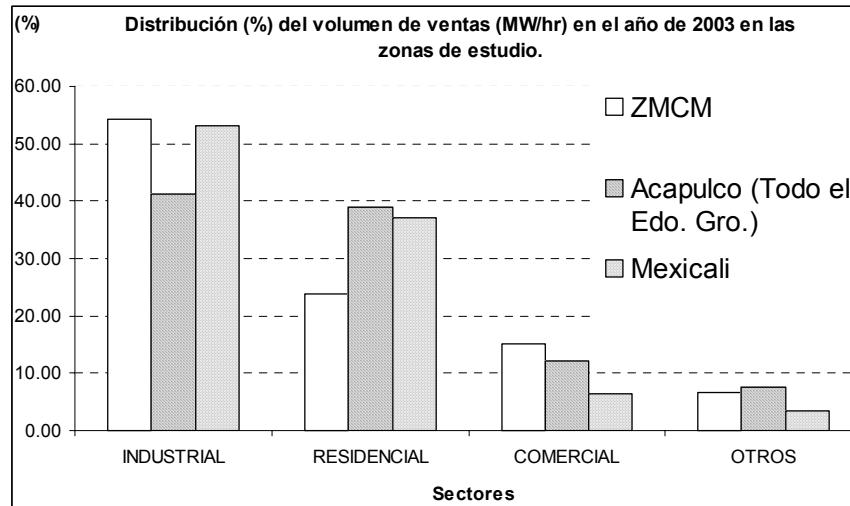
El consumo de energía eléctrica, por sector consumidor, en las ciudades seleccionadas se presenta en la Gráf. 6.9 en la que es posible observar que por número de usuarios, el sector residencial es el más importante, ya que representa del total, el 88.19% en la Z. M. de la Cd. de México, el 88.98% en el Estado de Guerrero —se consideró al Estado de Guerrero, en lugar de la Cd. de Acapulco, porque no se tiene el dato específico para la ciudad—, y el 89.81 % en la Cd. de Mexicali.



Gráfica 6.9 Distribución (%) de usuarios en las 3 zonas de estudio, por sectores. Elaboración personal

Fuente: INEGI, Anuario estadístico, D.F., 2004
 INEGI, Anuario estadístico Estado de México, 2004.
 INEGI, Anuario estadístico Estado de Guerrero, 2004.
 INEGI, Anuario estadístico Estado de Baja California, 2004.

El sector residencial es el que agrupa al mayor número de usuarios de energía eléctrica, pero no es el que consume la mayor parte de la energía. El sector industrial representa del total de usuarios el 0.21% en la ZMCM, el 0.27% en el Estado de Guerrero y el 1.05 % en la Cd. de Mexicali, consumiendo del total de energía, el 54.28% en la ZMCM, el 41.26% en el Estado de Guerrero y el 53.28% en la Cd. de Mexicali (Gráfica 6.10).

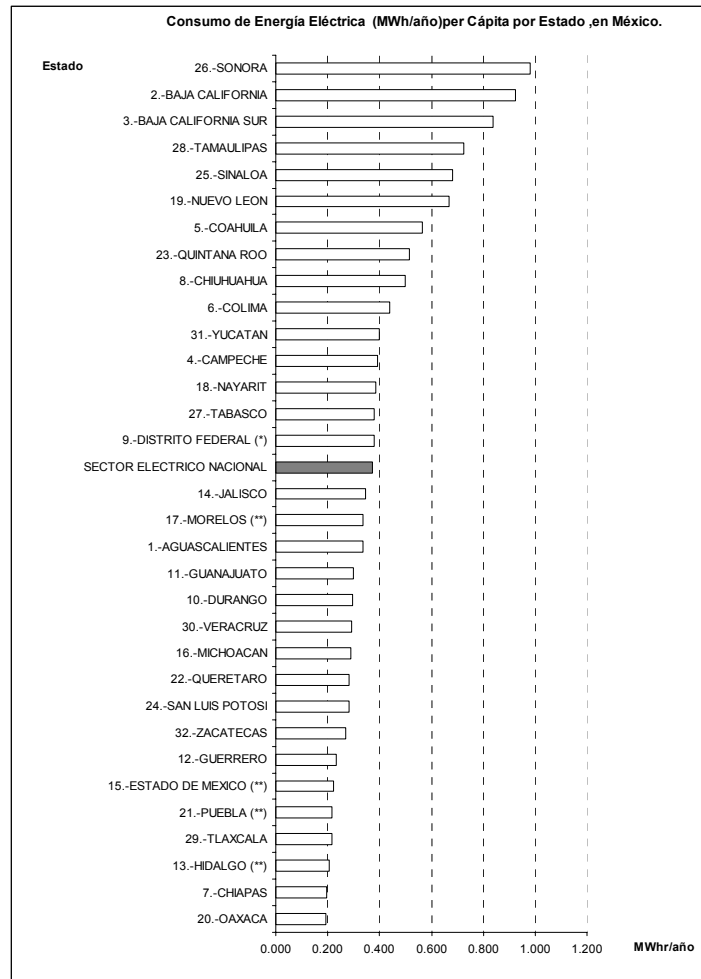


Gráfica 6.10 Distribución (%) del volumen de ventas (MW/hr) en el año de 2003 en las 3 zonas de estudio.

Elaboración personal
 Fuente: INEGI, Anuario estadístico, D.F., 2004
 INEGI, Anuario estadístico Estado de México, 2004.
 INEGI, Anuario estadístico Estado de Guerrero, 2004.
 INEGI, Anuario estadístico Estado de Baja California, 2004

El sector residencial que es el que agrupa al mayor número de usuarios en las 3 ciudades seleccionadas (Gráfica 6.9) y consume energía eléctrica en una proporción de 23.86% en la ZMCM; 38.98% en el Edo. de Guerrero y 53.18% en Mexicali en relación al gasto total local, lo que nos indica un gasto en energía eléctrica superior en las ciudades seleccionadas en las que el clima presenta una mayor temperatura ambiental, con una relación en el consumo que se muestra en la misma Gráfica 6.10.

Se calculó el consumo por usuario para cada uno de los estados de la República, pero no se tomó en consideración, debido a que representaría un valor poco confiable, por el hecho de que la energía eléctrica de los usuarios de tipo industrial estaría repartida entre los usuarios de tipo residencial, que es donde está la población del país. Se calculó el consumo de energía eléctrica per cápita, para todos los estados de la República, tomando en consideración el consumo de energía eléctrica por estado en el año 2000 ^{CFE y CLyF} y el número de pobladores, de acuerdo al XII Censo General de Población y Vivienda 2000 del INEGI, a fin de vincular en forma más directa a la población con el consumo de energía en el sector residencial, y este consumo y sus requerimientos, en función del clima, relación de consumo que se presenta en la gráfica 6.11.



Gráfica 6.11 Consumo de energía eléctrica, per cápita por cada estado en México.

Elaboración propia

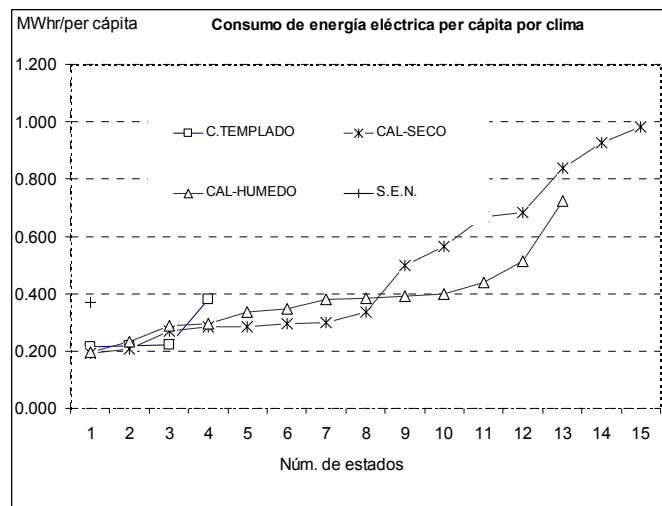
Fuente: C.F.E. y C.L. y F. Estadísticas, 2000 y XII Censo General de Población y vivienda 2000 del INEGI.

En la Gráfica 6.11, es posible observar que el promedio de consumo nacional por estado, y que por la variabilidad en el consumo y el tipo de estados que lo presentan, existe una influencia climática significativa; pero también es posible observar que algunos estados de la República no rebasan al promedio nacional, a pesar de estar ubicados en lugares con clima de tipo cálido húmedo y por esta condición se esperaría un mayor consumo energético, que no se ve reflejado, por ejemplo en los estados de Guerrero, Oaxaca y Chiapas, y es en estos casos en los que se considera que a pesar de existir una influencia climática que incide en una mayor demanda, podría también existir una influencia de tipo socioeconómico que limita el acceso a la energía.

Estado-Clima-Consumo per cápita de E.Eléctrica	
CLIMA TEMPLADO	
29.-TLAXCALA-CB	0.215
21.-PUEBLA (**)-CB-BS-AW	0.217
15.-ESTADO DE MEXICO (**)-CB	0.221
9.-DISTRITO FEDERAL (*)-CB	0.379
CLIMA CALIDO HUMEDO	
7.-CHIAPAS-AW	0.197
12.-GUERRERO-AW-BS	0.233
16.-MICHOACAN-AW-CB-BS	0.289
30.-VERACRUZ-AW	0.294
17.-MORELOS (**)-AW	0.337
14.-JALISCO-AW-BS-CB	0.347
27.-TABASCO-AX	0.379
18.-NAYARIT-AW	0.385
4.-CAMPECHE-AW	0.393
31.-YUCATAN-AW	0.399
6.-COLIMA-AW	0.438
23.-QUINTANA ROO-Ax-BS-AW	0.514
28.-TAMAULIPAS-Aw-BS	0.724
CLIMA CALIDO SECO	
20.-OAXACA-BS-CB-AW	0.193
13.-HIDALGO (**)-BS	0.207
32.-ZACATECAS-BS	0.269
24.-SAN LUIS POTOSI-BS-AW	0.283
22.-QUERETARO-BS-BW-AW	0.284
10.-DURANGO-BS	0.296
11.-GUANAJUATO-BS	0.300
1.-AGUASCALIENTES-BS	0.334
8.-CHIHUAHUA-BS	0.500
5.-COAHUILA-BW	0.567
19.-NUEVO LEON-BS-BW	0.668
25.-SINALOA-BS-Cb-Aw	0.683
3.-BAJA CALIFORNIA SUR-BW	0.838
2.-BAJA CALIFORNIA-BW	0.925
26.-SONORA-BS-BW	0.982
SECTOR ELECTRICO NACIONAL	0.371

Tabla 6.6 Consumo per cápita de energía eléctrica, por estado en México
 Elaboración propia
 C.F.E. y C.L. y F. Estadísticas, 2000
 XII Censo General de Población y vivienda 2000 del INEGI.
 García, E. Modificaciones al sistema de clasificación climática de kôpen

En el Capítulo 4 se presentó el análisis para determinar la predominancia climática por estado, la cual está integrada en la tabla 6.6, con la que se clasifica a los estados en 3 climas: templado, cálido húmedo y cálido seco, relacionándose con el consumo eléctrico per cápita, en la Gr. 6.12.



Gráfica 6.12 Consumo de energía eléctrica per cápita por estados con clasificación climática.
 Elaboración propia.

De la gráfica 6.12 es posible ver que con respecto al consumo de energía eléctrica, el menor rango le corresponde a los estados con clima templado; el rango intermedio a los estados con clima cálido húmedo y el mayor rango es para los estados vinculados con el clima cálido seco y muy seco.

Del análisis poblacional, climático y del consumo de energía por estado en nuestro país, se determinan las relaciones de consumo de 1 : 3.4 y 4.5 entre los climas templado, cálido húmedo y cálido seco respectivamente, considerando los límites máximos extremos en los rangos, de los estados, con clima cálido húmedo y cálido seco, con lo que se cubre a todo el grupo de estados con el mismo tipo de clima.

De la comparación entre las relaciones obtenidas por medio de las simulaciones, de 1 : 6 : 3 , y de las obtenidas considerando el consumo per cápita por estado y clima de 1 : 3.4 : 4.5, se deduce que existen factores adicionales que determinan que la relación del consumo de energía entre el clima templado y el cálido húmedo sea menor que el que nos señala la simulación; ya que aunque la relación específica entre la ZMCM (promedio del consumo del D.F y del Estado de México) y la Cd. de Mexicali la relación es de 1 : 3, por lo que esta si se ve reflejada en la simulación.

De la gráfica Gráfica 13, que nos muestra la temperatura media mensual en las 3 ciudades seleccionadas y representativas de las 3 zonas climáticas, se considera está la clave en las diferencias entre las relaciones entre el templado, que es la referencia y el cálido húmedo, y esta se considera está vinculada a aspectos biológicos principalmente, ya que todos los organismos requerimos de un rango estable de temperatura en nuestro organismo, no sólo para sentirnos cómodos, sino también para la realización de las reacciones bioquímicas, específicamente las enzimáticas, y el estar en un ambiente que tenga una temperatura inferior a la corporal —que varía por regiones de 32 a 37°C— para disipar el calor, generado en el metabolismo y por trabajo muscular, por los mecanismos de conducción, radiación y convección, y cuando un organismo permanece un período relativamente largo (semanas) en un ambiente específico con una fluctuación térmica estable, el metabolismo se va adaptando a la nueva condición, situación a la que conocemos como “aclimatación”, y una vez adaptado se encuentra en una comodidad térmica que le permite tanto realizar las reacciones bioquímicas necesarias al interior de sus células, como disipar el calor producto del metabolismo y del trabajo muscular.

En la Cd. de Acapulco, la oscilación térmica es de 2.8 °C, por lo que es comprensible considerar que las personas una vez “aclimatadas”, al encontrarse en una zona térmica cómoda requieren menos energía eléctrica por concepto de climatización, en enfriamiento, en función de que su termostato interno registra como punto neutro una temperatura más alta que la de una persona que vive en un clima templado.

La situación anterior se presenta en forma parecida para las personas que viven en lugares con clima templado, con una baja oscilación térmica, como sucede en la Cd. de México, que es del orden de 5°C; pero si se intercambiaran los del clima templado al clima cálido húmedo estarían en forma automática fuera de una comodidad térmica y esto demandaría energía, mientras alcanzan un punto neutro y lo mismo sucedería en la situación inversa.

La aclimatación que puede lograr la población que vive en la Cd. de Acapulco, se considera no la puede alcanzar la población de la Cd. de Mexicali, a pesar de tener temperaturas menores a las de Acapulco en 8 de los 12 meses, de enero a mayo y de octubre a diciembre, debido a que está sujeta a un stress térmico permanente durante todo el año, ya que la oscilación térmica rebasa los 20°C en el año y puede rebasar los 15°C en el transcurso de un día, lo que impide que su organismo se sienta en un ambiente estable o en equilibrio para realizar tanto sus funciones metabólicas como el poder disipar el calor, producto del metabolismo y ejercicio; y ante esta situación se depende en forma case permanente de climatización, tanto para enfriamiento en la mayor parte del año, por una baja humedad relativa, principalmente en verano por las altas temperaturas vinculadas a una más baja humedad relativa; como de calentamiento en los meses de invierno, en los que la temperatura ambiental es inferior a la de la Cd. de México.

La simulación nos reporta relaciones energéticas, de acuerdo a las condiciones de diseño en las que la temperatura ambiental al interior se considera en un rango de 21.21°C a 25.53°C en la Cd. de Acapulco, al igual que en las otras ciudades, por lo que la información recabada de las simulaciones en la Cd. de Acapulco nos permite conocer el comportamiento energético de un sistema físico como es el espacio que se diseña a través del comportamiento de su envolvente bajo ese rango de temperatura interior y que podría corresponder en esa Ciudad al de espacios arquitectónicos en los que los usuarios no están aclimatados a las características ambientales exteriores, por ejemplo al interior de las habitaciones en hoteles; y que el rango considerado para otros fines, como el de vivienda, podría tener un rango mayor de temperatura, en función del factor de aclimatación.

6.2.3. Ahorro de Energía en las Edificaciones por regulación en su uso.

Una de las consecuencias por el uso del vidrio en la envolvente de las edificaciones ha sido la de una mayor demanda de energía, a nivel mundial, por climatización para compensar la mayor transferencia de calor a o de la edificación, en función del material vítreo, la influencia climática, el diferencial de temperatura entre el interior y el exterior; y por el incremento en la generación de energía, se tiene como consecuencia una mayor emisión de gases efecto invernadero, promotores del cambio climático global, por la quema de combustibles de origen fósil, a nivel mundial, incluyendo en esto a México.

La participación, de las edificaciones, en la contaminación ambiental por la energía consumida, en general, incluyendo a la climatización, se ha estimado en una participación del 21.57 % del total de las emisiones de gases efecto invernadero y del 31.49% del total del CO₂ emitido a nivel mundial, lo cual es preocupante, ya que el CO₂ es el principal gas efecto invernadero ^{PICC}.

Por lo expuesto en el párrafo anterior, el impacto ambiental por emisiones efecto invernadero, CO₂, de las edificaciones ha sido muy importante y en consecuencia la necesidad de su reducción y el compromiso de lograrlo justifica plenamente las acciones o propuestas en este sentido.

En el caso de las edificaciones, en el capítulo 2, se mencionó el impacto que su uso de energía tiene en el cambio climático global, y se estimó ^{PICC} que en 1990 fue de 1650, Megatoneladas de Carbono, MTC/año, lo que representó de un 20 a un 24 % de la emisión total de gases invernadero en ése año (6900 a 8400 MTC/año), y superada sólo por el sector de la Industria con 2300 MTC/año. El año de 1990, es el de referencia para el Protocolo de Kioto y la estimación del Panel Intergubernamental de Cambio Climático sobre el potencial de mitigación del sector de la construcción en la reducción del CO₂ se presenta en la Tabla 6.7.

Sector	Reduccion de GEI	Emisiones Historicas en 1990 (MTC _{eq} /año)	Tasa de crecimiento anual del C _{eq} histórico 1990-1995 %	Potencial de Reduccion de Emision en 2010 (MTC _{eq} /año)	Potencial de Reduccion de Emision en 2020 (MTC _{eq} /año)
Construccion	CO ₂	1650	1	700-750	1.000-1.100

Tabla 6.7 Sector de la Construcción: Emisiones históricas de CO₂ y Potencial de Reducción.

Se considera que el sector de la construcción tiene un potencial de reducción de emisión de gases de invernadero muy importante, y se espera que, en el año de 2010, sea de 700 a 750 MTC/año en relación al año de 1990, lo que representaría una disminución de GEI de 42 a 45% en relación a las emitidas en el año de referencia, 1650 MTC/año; y que para el año de 2020, el potencial de ahorro sea del orden de 1000 a 1100 MTC/año, lo que equivaldría a una disminución de las emisiones de un 61 a 67% con respecto al año de referencia.

Las opciones para lograr la reducción de emisiones de gases efecto invernadero del sector de las edificaciones, a nivel mundial, son diversas y en términos generales son del siguiente tipo: además de la sustitución de la energía fósil por la de fuentes no convencionales; la aplicación de un diseño racional o bioclimático; el ahorro de energía por un uso más eficiente de la misma como una alternativa viable y a corto plazo, ya sea por procesos más eficientes o la disminución de su consumo en un contexto de desarrollo sustentable; en el desincentivar su uso a través de reducir los subsidios, como está ocurriendo en nuestro país o en cobrar impuestos sobre su valor real como en Estados Unidos de Norte América y en forma más específica, en nuestro país se tienen las siguientes:

1. **Mejorar la eficiencia energética en proceso y/o en equipos**, por medio de investigaciones y su aplicación, en aspectos relacionados con la edificación, desde la fabricación de materiales hasta una mejoría en su operación,
2. **Impulsar fuentes de energía alternas**, que sustituyan en forma paulatina el uso de energía de origen fósil, aún convencional.
3. **Sustitución de combustibles en la generación de energía**, con lo que la emisión de gases efecto invernadero, sería en menor proporción. **Mejorar el diseño de la edificación**, y de ella principalmente **de la envolvente**, por ser la porción a través de la cual se establece la principal transferencia de calor con el medio ambiente. Las acciones mencionadas tienen el objetivo de apoyar al logro de edificaciones más eficientes en el uso de energía, disminuyendo su consumo y su impacto ambiental. Es conveniente recordar que un diseño racional del espacio habitable para el hombre ha existido siempre y en la actualidad, dada la problemática ambiental retoma importancia, recibiendo diversos nombres como el de Arquitectura Bioclimática, entre otros.
4. **La normatividad en el uso de la energía en las edificaciones**, que es una de las vías más importantes, a nivel mundial y por ende nacional, para reducir la emisión de gases efecto invernadero y tienen su complemento en los avances de la tecnología en materiales, para reducir o amortiguar la transferencia de calor, ya sea para evitar las ganancias o las pérdidas térmicas, en función del ambiente donde se encuentre la edificación, aunado esto a un diseño racional.

De las anteriores líneas para la reducción en la emisión de gases efecto invernadero, algunas de ellas se encuentran en desarrollo y otras ya se aplican e incluso se comercializan, como es el caso del uso de energía de fuentes alternas, por lo que un uso más amplio se considera es posible en un corto a mediano plazo y con un potencial importante por las características en la recepción energética, como son la solar y la eólica, en nuestro país.

De las acciones que ya se están llevando a cabo en México, están las de la sustitución de combustibles como en el caso de la sustitución del combustóleo por gas natural en la generación de energía eléctrica; la de mejorar el diseño de la edificación, al incidir con el conocimiento en la formación de los diseñadores de edificaciones, a nivel de licenciatura y/o en posgrados, lo que permite adquirir una conciencia ambiental; la de mejorar la eficiencia energética de equipo y materiales vinculados con la edificación; y finalmente la de regular el uso de la energía por medio de su normatividad, que permite importantes logros en ahorro de energía por tener aplicación y obligatoriedad a nivel nacional.

6.3. Propuesta de Ahorro de Energía en la envolvente translúcida, por factor climático.

Para plantear alternativas o propuestas que permitan la reducción del uso de la energía y con ello la reducción en la contaminación por evitación de la emisión de gases, principalmente de tipo invernadero como CO₂, se consideró requisito indispensable y previo el conocer dos aspectos:

1. Analizar el comportamiento energético del sujeto de estudio —la envolvente— ante las diferentes condiciones ambientales —variables independientes— y conocer el comportamiento térmico a través de las variables dependientes —los distintos vidrios—, que son la porción más vulnerable de la envolvente.
2. Reconocer la influencia que el aspecto climático tiene en la demanda de energía y por ello en las edificaciones en general, y en la envolvente en particular, y a estos dos aspectos agregaremos uno más.
3. La importancia de la reacción biológica de la población al efecto climático.

Una edificación al ser un sistema abierto interactúa a través de su envolvente y la ventilación con el ambiente, permitiendo un intercambio energético dinámico y permanente, por lo que los requerimientos de sus ocupantes, como la temperatura, la ventilación y la iluminación, en rangos específicos, si se proporcionan a través de sistemas mecánicos, éstos, al consumir energía liberan calor y materia que pasa al ambiente como contaminación y carga térmica, ya sea en el sitio en el que se consume y/o en el que se genera la energía requerida, como en el caso de la electricidad; además de la liberación de calor, principalmente al interior y exterior de la misma edificación se contribuye al calor generado en las ciudades y que conocemos como “islas de calor”.

Las edificaciones contribuyen a la formación de las “islas de calor” y estas son un aporte adicional de calor a las edificaciones, sin embargo, se considera posible lograr un ahorro de energía importante, tomando en consideración aspectos de la edificación, específicamente la envolvente, que vincula al ambiente externo y al interno y/o los requerimientos biológicos de sus ocupantes.

El factor externo, o clima, es una variable compleja e independiente que presenta un amplio rango de variación, a diferencia de las variables que contemplan los requerimientos de los usuarios, los cuales fluctúan en rangos menores e indispensables para realizar las reacciones bioquímicas al interior de sus células y con ello estar en homeostasis, sinónimo de una estabilidad biológica, por lo que la amplitud en la variabilidad externa debe disminuirse en la interna, y el vínculo entre ambos factores: el externo —muy variable— y el interno —poco variable— es la envolvente, ya que no es posible modificar ni al externo ni al interno, sólo queda el diseño de la variable con la que establecen contacto: la envolvente a la cual si es posible modelar su comportamiento.

Del presente proyecto se han obtenido relaciones importantes, las primeras, las de las simulaciones con HEED, que vinculan a la edificación con el ambiente climático, pero que no consideran en forma integral las necesidades metabólicas, y la segunda en la que se nos muestra un consumo energético vinculado a aspectos diversos, como los climáticos, socioeconómicos y metabólicos, como diferentes respuestas biológicas en requerimiento energético ante diferentes oscilaciones térmicas, por lo que de una integración se considera que la relación que refleja el gasto energético ante la influencia climática y que incluye a las necesidades metabólicas de los usuarios es la siguiente: **1 : 3 a 3.5 : 4**, representativa de los **climas templado: cálido húmedo : cálido seco**, tomando como base o referencia al clima templado, como al más vulnerable al clima con un requerimiento 4 veces mayor que el templado por una oscilación térmica cercana a 30°C que impide que los organismos se encuentren en homeostasis, por lo que la demanda energética es muy importante para compensar en forma permanente la inestabilidad térmica; y en forma intermedia al cálido húmedo, ya que por la alta humedad relativa el calor se abate, la oscilación térmica es menor, inclusive que el clima templado, y permite el proceso biológico de aclimatación en los habitantes y/o usuarios de espacios arquitectónicos, con lo que se reduce la demanda de energía, al estar los organismos en un ambiente que cuenta con una estabilidad.

Aunado a la relación 1:3-3.5:4, se considera indispensable el contar con aberturas translúcidas que no rebasen un 30 % en los planos de los muros en las edificaciones.

Del análisis del presente trabajo y el planteamiento de las relaciones de gasto para el material translúcido entre los climas, se considera que el material vítreo en la envolvente, por ubicación geográfica y/o zona climática debe tener una protección propia, vinculada a sus propiedades térmicas y ópticas, función de su composición, independiente de factores externos como el sombreado, a fin de que sean sus propiedades térmicas y ópticas del vidrio las que determinen su comportamiento energético y no depender de factores ajenos al material.

De las alternativas que se tienen para el logro de ahorro de energía en edificaciones, la que presenta ventajas importantes y más posibilidades para lograr el objetivo es la regulación al uso de la energía a través de la Normatividad, que se está llevando a cabo en muchos países, con revisión y ajustes en forma permanente, en función tanto de los resultados que se obtienen en su aplicación como del propio cambio climático, factor muy variable al cual está sujeto todo el planeta en mayor o menor grado.

Las relaciones o coeficientes de gasto energético, vinculados a aspectos climáticos y metabólicos, obtenidos en este trabajo pueden ser aplicados a la Normatividad en nuestro país, lo que representaría un mayor ahorro de energía al ya logrado, y en consecuencia la reducción por

evitación de la emisión de gases efecto invernadero, situación que mitigaría el cambio climático futuro.

La aplicación de las relaciones climáticas, o índices propuestos, puede ser a las propiedades ópticas y térmicas del vidrio, específicamente al Coeficiente Global de Transferencia de Calor y al Coeficiente de Sombreado, propiedades que en el cálculo energético participan en los mecanismos de transferencia de calor por conducción y radiación respectivamente.

Actualmente, en la Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001, al Edificio de Referencia, en su porción translúcida se le consideran valores en sus propiedades térmicas y ópticas para el techo de 5.952 W/m²°K como Coeficiente Global de Transferencia de calor y de 0.85 como Coeficiente de Sombreado; y para los muros de 5,319 W/m²°K como Coeficiente Global de Transferencia de calor y de 1 como Coeficiente de Sombreado, así como una proporción translúcida de 5% en techo y 40% en muros.

Se considera que los valores que están establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001 enunciados en el párrafo anterior podrían ser la base o referencia con aplicación a los estados con predominancia en clima templado, como son Tlaxcala, Puebla, Edo. de México y D.F. y a partir de los valores de referencia hacer el ajuste en la disminución de transferencia de calor, expresada como ganancia térmica, a través de la envolvente translúcida en los estados con clima de tipo cálido húmedo y cálido seco, esto es, para los estados con clima húmedo el ajuste propuesto en los valores térmicos y ópticos del vidrio es del orden de 3 a 3.5 menores, y en el caso de los estados con clima cálido seco y muy secos, el ajuste propuesto en los valores térmicos y ópticos del vidrio es del orden de 4.

A continuación, en la Tabla 6.8, se presenta la propuesta en la que se plantean los valores que se consideran adecuados para las propiedades del Coeficiente Global de Transferencia de Calor y el Coeficiente de Sombreado para el Edificio de Referencia en las ubicaciones geográficas en Zonas Climáticas de tipo Templado, Cálido Húmedas y Cálido Secas y muy secas en la República Mexicana.

Propiedades:	Edificio de Referencia Clima Templado		Edificio de Referencia Clima Cálido Húmedo		Edificio de Referencia Clima Cálido Seco	
	Techo	Muro	Techo	Muro	Techo	Muro
Térmica y Óptica: Coef. Global de Transferencia de calor: K(W/m ² °K)	5.952	5.319	1.984	1.488	1.488	1.330
Coeficiente de Sombreado: CS	0.85	1.00	0.28	0.33	0.21	0.25

Tabla 6.8 Valores en las propiedades térmica y óptica propuestos para la porción translúcida en el Edificio de Referencia en Zonas Climáticas Cálidas Húmedas y Secas.

Los valores propuestos para el clima cálido húmedo representan una reducción equivalente a 3 en el caso del techo y de 3.5 en el caso de muros; y en el caso de los valores propuestos para el clima cálido seco, la reducción es del orden de 4 en techo y muros, por la alta vulnerabilidad tanto por incidencia a la radiación, baja humedad relativa y alta oscilación térmica.

Además, de los valores, la propuesta de ahorro de energía considera a una porción translúcida del 30% en el Edificio de Referencia, por ser esta la proporción observada como la más eficiente, con base en el análisis realizado.

6.4. Aplicación de la propuesta de Ahorro de Energía a la Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001

Se realizó la aplicación de los valores de las propiedades ópticas, térmicas y porción translúcida recomendados al Edificio de Referencia de la Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001, en cada una de las ciudades seleccionadas –ZMCM, Acapulco y Mexicali– como representativas de los climas templado, cálido húmedo y cálido seco.

El cálculo del flujo de calor al Edificio de Referencia, se realiza tanto con los valores vigentes en la NOM-008-ENER-2001, como con los valores de la propuesta de Ahorro de Energía, a fin de establecer una comparación en la disminución del flujo energético (W) y su participación porcentual entre ambos ejercicios por ubicación geográfica.

APLICACION CON VALORES VIGENTES							PROPUESTA DE REDUCCION EN EL USO DE ENERGIA Y MITIGACION DE GASES EFECTO INVERNADERO						
Edificio Referencia: Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001							Edificio Referencia: Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001						
CLIMA TEMPLADO:							CLIMA TEMPLADO:						
Lugar: Distrito Federal. Edificio: Torre de Rectoría, UNAM CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE							Lugar: Distrito Federal. Edificio: Torre de Rectoría, UNAM CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE						
EDIFICIO DE REFERENCIA: Ganancia por conducción							EDIFICIO DE REFERENCIA: Ganancia por conducción						
Tipo y Orientación	K (W/m ² °C)	Area (m ²)	Fracción	t=25°C Te (°C)	K*A*F (te-t)		Tipo y Orientación	K (W/m ² °C)	Area (m ²)	Fracción	t=25°C Te (°C)	K*A*F (te-t)	
Techo	0.391	503.14	0.95	32.00	1308.24		Techo	0.391	503.14	0.95	32.00	1308.24	
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	19.00	-898.41		Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	19.00	-898.41	
Muro norte	2.200	1480.00	0.60	20.00	-9768.00		Muro norte	2.200	1480.00	0.70	20.00	-11396.00	
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	20.00	-15744.24		Ventana norte	5.319	1480.00	0.30	20.00	-11808.18	
Muro este	2.200	1122.07	0.60	22.00	-4443.40		Muro este	2.200	1122.07	0.70	22.00	-5183.96	
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	21.00	-9549.26		Ventana este	5.319	1122.07	0.30	21.00	-7161.95	
Muro sur	2.200	1480.00	0.60	21.00	-7814.40		Muro sur	2.200	1480.00	0.70	21.00	-9116.80	
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	21.00	-12595.39		Ventana sur	5.319	1480.00	0.30	21.00	-9446.54	
Muro oeste	2.200	1389.47	0.60	21.00	-7336.40		Muro oeste	2.200	1389.47	0.70	21.00	-8559.14	
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	21.00	-11824.95		Ventana oeste	5.319	1389.47	0.30	21.00	-8868.71	
				Qrc(W)=	-78666.21						Qrc(W)=	-71131.45	
Ganancia por Radiación							Ganancia por Radiación						
Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	Fracción	FG W/m ²	CS*A*F*FG		Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	Fracción	FG W/m ²	CS*A*F*FG	
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	272	5816.30		Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	272	5816.30	
Ventana norte	1	1480.00	0.40	102	60384.00		Ventana norte	1	1480.00	0.30	102	45288.00	
Ventana este	1	1122.07	0.40	140	62835.92		Ventana este	1	1122.07	0.30	140	47126.94	
Ventana sur	1	1480.00	0.40	114	67488.00		Ventana sur	1	1480.00	0.30	114	50616.00	
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	134	74475.59		Ventana oeste	1	1389.47	0.30	134	55856.69	
				Qrs(W)=	270999.81						Qrs(W)=	204703.93	
Presupuesto Energético: Edificio de Referencia					Qc(W)	192333.60	Presupuesto Energético: Edificio de Referencia					Qc(W)	133572.48
CLIMA TEMPLADO:							RELACION: 1.44						
NOM-008-ENER-2001 PROPUESTA													
AHORRO													
DIFERENCIA ENTRE LOS DOS EDIFICIOS DE REFERENCIA:													
					W	58761.12						%	31

Tabla 6.9 Aplicación de los valores propuestos a la Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001 en el Edificio de Referencia en la ZMCM.

En la tabla 6.9 es posible observar que en la aplicación de la Norma NOM-008-ENER-2001 en la ubicación de la Cd. de México, los valores en las propiedades ópticas (Coeficiente de Sombreado) y térmicas (Coeficiente global de transferencia de calor) en el vidrio no son modificados, por

considerarse a los valores establecidos en la Norma como los valores de referencia, en la ubicación geográfica con clima templado como es la Zona Metropolitana de la Cd. de México.

En esta ubicación el único cambio que se hace al Edificio de Referencia es en relación a la proporción de la parte translúcida, a la que se considera de 30% considerada como la más eficiente, obteniéndose con este cambio un resultado en el flujo de calor de 133572 Watts y si se compara este resultado con el de la Edificación de Referencia sin cambios, en este se obtiene el flujo de 192334 Watts; y de su comparación, la diferencia es de un Ahorro de Energía de 58761 Watts que representa un 31 % inferior, con respecto al Edificio de Referencia con valores y proporción translúcida vigente.

APLICACION CON VALORES VIGENTES						PROPUESTA DE REDUCCION EN EL USO DE ENERGIA Y MITIGACION DE GASES EFECTO INVERNADERO					
Edificio Referencia: Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001						Edificio Referencia: Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001					
CLIMA CALIDO HUMEDO:						CLIMA CALIDO HUMEDO:					
Lugar: Acapulco, Gro. Edificio: Torre de Rectoría, UNAM CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE						Lugar: Acapulco, Gro. Edificio: Torre de Rectoría, UNAM CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE					
EDIFICIO DE REFERENCIA:						EDIFICIO DE REFERENCIA:					
Ganancia por conducción						Ganancia por conducción					
Tipo y Orientación	K (W/m ² °C)	Area (m ²)	Fracción	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)	Tipo y Orientación	K (W/m ² °C)	Area (m ²)	Fracción	t=26°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	0.356	503.14	0.95	45.00	3403.24	Techo	0.356	503.14	0.95	45.00	3233.08
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	26.00	149.73	Tragaluz y domo	1.984	503.14	0.05	26.00	0.00
Muro norte	0.621	1480.00	0.60	31.00	3308.69	Muro norte	0.621	1480.00	0.70	31.00	3216.78
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	28.00	9446.54	Ventana norte	1.488	1480.00	0.30	28.00	1321.34
Muro este	0.621	1122.07	0.60	35.00	4180.83	Muro este	0.621	1122.07	0.70	35.00	4389.87
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	29.00	9549.26	Ventana este	1.488	1122.07	0.30	29.00	1502.68
Muro sur	0.621	1480.00	0.60	33.00	4411.58	Muro sur	0.621	1480.00	0.70	33.00	4503.49
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	29.00	12595.39	Ventana sur	1.488	1480.00	0.30	29.00	1982.02
Muro oeste	0.621	1389.47	0.60	33.00	4141.73	Muro oeste	0.621	1389.47	0.70	33.00	4228.02
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	29.00	11824.95	Ventana oeste	1.488	1389.47	0.30	29.00	1860.78
				Qrc(W)=	63011.96					Qrc(W)=	26238.06
Ganancia por Radiación						Ganancia por Radiación					
Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	Fracción	FG W/m ²	CS*A*F*FG	Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	Fracción	FG W/m ²	CS*A*F*FG
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	274	5859.07	Tragaluz y domo	0.28	503.14	0.05	274	1930.05
Ventana norte	1	1480.00	0.40	91	53872.00	Ventana norte	0.33	1480.00	0.30	91	13333.32
Ventana este	1	1122.07	0.40	137	61489.44	Ventana este	0.33	1122.07	0.30	137	15218.64
Ventana sur	1	1480.00	0.40	118	69856.00	Ventana sur	0.33	1480.00	0.30	118	17289.36
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	146	81145.05	Ventana oeste	0.33	1389.47	0.30	146	20083.40
				Qrs(W)=	272221.55					Qrs(W)=	67854.76
Presupuesto Energético: Edificio de Referencia					Qc(W)	Presupuesto Energético: Edificio de Referencia					Qc(W)
					335233.51						94092.82
CLIMA CALIDO HUMEDO:						RELACION: 3.56					
NOM-008-ENER-2001 PROPUESTA AHORRO											
DIFERENCIA ENTRE LOS DOS EDIFICIOS DE REFERENCIA:						W					%
						241140.69					72

Tabla 6.10 Aplicación de los valores propuestos a la Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001 al Edificio de Referencia en la Cd. de Acapulco.

En la tabla 6.10 es posible observar que en la aplicación de la Norma NOM-008-ENER-2001 en la ubicación de la Cd. de Acapulco, los valores para las propiedades ópticas y térmicas se consideraron de acuerdo a la propuesta para el clima cálido húmedo: 0.28 y 0.33 en el Coeficiente de Sombreado para techo y muro respectivamente y 1.984 y 1.488 W/m²°K en el Coeficiente Global de transferencia de calor para techo y muro respectivamente, así como una porción translúcida de 30%.

En el Edificio de Referencia al que se le han considerado en el cálculo los valores y porción translúcida propuestos se obtiene como resultado un flujo de calor de 94092.82 Watts y en la

Edificación de Referencia vigente, se obtiene un flujo de 335233 Watts; y de su comparación la diferencia es de un Ahorro de Energía de 241140 Watts que representa un 72 % inferior con respecto al Edificio de Referencia vigente.

APLICACIÓN CON VALORES VIGENTES					PROPUESTA DE REDUCCIÓN EN EL USO DE ENERGÍA Y MITIGACIÓN DE GASES EFECTO INVERNADERO						
Edificio Referencia: Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001					Edificio Referencia: Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001						
CLIMA CALIDO SECO:					CLIMA CALIDO SECO:						
Lugar: Mexicali, BCN. Edificio: Torre de Rectoría, UNAM CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE					Lugar: Acapulco, Gro. Edificio: Torre de Rectoría, UNAM CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE						
EDIFICIO DE REFERENCIA:					EDIFICIO DE REFERENCIA:						
<u>Ganancia por conducción</u>					<u>Ganancia por conducción</u>						
Tipo y Orientación	K (W/m ² C)	Area (m ²)	Fracción	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)	Tipo y Orientación	K (W/m ² C)	Area (m ²)	Fracción	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	0.354	503.14	0.95	47.00	3722.53	Techo	0.354	503.14	0.95	47.00	3722.53
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	27.00	299.47	Tragaluz y domo	1.488	503.14	0.05	27.00	74.87
Muro norte	0.521	1480.00	0.60	33.00	3701.18	Muro norte	0.521	1480.00	0.70	33.00	4318.05
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	28.00	9446.54	Ventana norte	1.330	1480.00	0.30	28.00	1771.56
Muro este	0.521	1122.07	0.60	36.00	3858.35	Muro este	0.510	1122.07	0.70	36.00	4406.37
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	30.00	11936.58	Ventana este	1.330	1122.07	0.30	30.00	2238.53
Muro sur	0.521	1480.00	0.60	34.00	4163.83	Muro sur	0.521	1480.00	0.70	34.00	4857.80
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	30.00	15744.24	Ventana sur	1.330	1480.00	0.30	30.00	2952.60
Muro oeste	0.521	1389.47	0.60	35.00	4343.48	Muro oeste	0.521	1389.47	0.70	35.00	5067.40
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	30.00	14781.18	Ventana oeste	1.330	1389.47	0.30	30.00	2771.99
				Qrc(W)=	71997.40					Qrc(W)=	32181.70
<u>Ganancia por Radiación</u>					<u>Ganancia por Radiación</u>						
Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	Fracción	FG W/m ²	CS*A*F*FG	Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	Fracción	FG W/m ²	CS*A*F*FG
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	322	6885.47	Tragaluz y domo	0.21	503.14	0.05	322	1701.12
Ventana norte	1	1480.00	0.40	70	41440.00	Ventana norte	0.25	1480.00	0.30	70	7770.00
Ventana este	1	1122.07	0.40	159	71363.65	Ventana este	0.25	1122.07	0.30	159	13380.68
Ventana sur	1	1480.00	0.40	131	77552.00	Ventana sur	0.25	1480.00	0.30	131	14541.00
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	164	91149.23	Ventana oeste	0.25	1389.47	0.30	164	17090.48
				Qrs(W)=	288390.35					Qrs(W)=	54483.28
Presupuesto Energético: Edificio de Referencia					Qc(W) 360387.75	Presupuesto Energético: Edificio de Referencia					Qc(W) 86664.98
CLIMA CALIDO SECO:					NOM-008-ENER-2001 PROPUESTA					RELACION:	4.16
DIFERENCIA ENTRE LOS DOS EDIFICIOS DE REFERENCIA:					W	AHORRO					%
					273722.77						76

Tabla 6.11 Aplicación de los valores propuestos a la Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001 al Edificio de Referencia en la Cd. de Mexicali.

En la tabla 6.11 es posible observar que en la aplicación de la Norma NOM-008-ENER-2001 en la ubicación de la Cd. de Mexicali, los valores para las propiedades ópticas y térmicas se consideraron de acuerdo a la propuesta para el clima cálido seco: 0.21 y 0.25 en el Coeficiente de Sombreado para techo y muro respectivamente y 1.488 y 1.330 W/m²°K en el Coeficiente Global de Transferencia de Calor para techo y muro respectivamente, así como una porción translúcida de 30%.

En el Edificio de Referencia al que se le ha considerado los valores de propuesta en el cálculo, se obtiene un flujo de 86664 Watts y en la Edificación de Referencia sin cambios, se obtiene un flujo de 288390 Watts; y de su comparación la diferencia es de un Ahorro de Energía de 273722 Watts que representan un ahorro de energía igual a un 76 % inferior con respecto al Edificio de Referencia vigente.

El logro de la reducción en el gasto energético de las edificaciones tiene beneficios colaterales, ya que además de mitigar la emisión de gases efecto invernadero por su evitación, disminuye la vulnerabilidad de los sistemas biológicos y físicos incrementando su capacidad de adaptabilidad de

los sistemas biológicos, por la posibilidad de disminuirse la probabilidad de eventos meteorológicos extremos.

Si bien los modelos matemáticos nos ayudan a comprender la realidad, hay factores que aún no les es posible integrar en ellos como la comprensión de aspectos subjetivos y vulnerables como son los requerimientos biológicos y psicológicos propios de los usuarios, que tienen características diferentes dentro del concepto de comodidad térmica, necesarios para un adecuado funcionamiento bioquímico desde un nivel intracelular, mismos que se integran el concepto de habitabilidad, que tiene también características complejas vinculadas al factor de comodidad térmica y dependiente de la variable climática, además de otros aspectos subjetivos como son los de tipo cultural y social principalmente, por lo que los resultados derivados de simulaciones estudian a objetos de estudio, y son a su vez objetos de estudio, a los cuales es posible ajustar al incorporárseles variables como las de tipo biológico.

En resumen, el concepto de habitabilidad, es el que ha determinado la existencia de la envolvente, desde sus inicios, para proteger y aportar los factores necesarios para el funcionamiento metabólico del hombre; y el mismo concepto de habitabilidad es el que continúa determinando al espacio arquitectónico actual, por los mismos motivos del inicio: aportar los factores necesarios para el funcionamiento metabólico del hombre, además de otros requerimientos que a lo largo de la evolución humana se han incorporado, de tipo social, estético, cultural, económico, etc., y transformándose en una "habitabilidad de moda", con altos gastos energéticos y sin cubrir los requerimientos humanos, porque ni siquiera han sido contemplados, con lo que ocultan los requerimientos básicos biológicos de los cuales depende la vida y que es deseable se logren con el menor gasto de energía, en beneficio del usuario, del espacio arquitectónico, del ambiente y de los sistemas físicos y biológicos que dependemos del mismo y único ambiente.

Conclusiones.

El cambio climático global, CCG, actual tiene causas antropogénicas y de ello existen evidencias. La causa del CCG es la emisión de gases efecto invernadero, GEI, producto de la quema de combustibles fósiles, en la generación de energía, y el cambio en el uso del suelo. Los GEI han incrementado su concentración en la atmósfera desde el siglo XIX con la Revolución Industrial y en forma más importante en la segunda mitad del siglo XX.

Los GEI, retienen en la atmósfera terrestre el calor que se reradía del planeta hacia el espacio, lo que ha elevado la temperatura ambiental en un promedio global de $0,6 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$, y con diferencias significativas en el planeta:

- I. Un incremento de la temperatura en el agua oceánica pero en menor proporción que en la superficie continental.
- II. Un mayor incremento de temperatura en el hemisferio norte, en el que hay más masa continental, que en el sur, en el que hay más agua oceánica.
- III. Disminución en la oscilación térmica diaria al incrementarse la temperatura mínima en mayor medida que la temperatura máxima.
- IV. Una mayor vaporización de agua en el Hemisferio Norte, con una mayor precipitación, y en consecuencia, en este hemisferio se observan también las mayores alteraciones climatológicas.
- V. Un mayor incremento de temperatura en la troposfera baja pero a un menor ritmo que en la superficie terrestre.
- VI. Retracción de los glaciares en el Ártico.
- VII. Un incremento en el volumen en el agua oceánica de 0.1 a 0.2 m en el siglo XX, principalmente en la segunda mitad del mismo.
- VIII. Mayor diferencia térmica entre las zonas urbanas y rurales.

La vulnerabilidad al cambio climático —de los sistemas naturales, incluyendo la población humana y de los sistemas físicos— varía sensiblemente, en función de las regiones y poblaciones e inclusive al interior de las regiones, y nuestro país es altamente vulnerable ante el cambio climático global:

- I. México se encuentra en el Hemisferio Norte, por lo que es vulnerable a eventos meteorológicos extremos.
- II. Por una mayor proporción de masa continental en el Hemisferio Norte, se produce una mayor vaporización, por lo que las zonas climáticas cálidas secas al tener una mayor vaporización de agua podrían cambiar hacia un clima cálido más seco, y en México la región con clima cálido seco y muy seco ocupa la mayor parte del territorio nacional en cerca del 60 %, y que podría incrementarse.

- III. Las ciudades ubicadas en clima de tipo cálido seco y muy seco presentan el mayor crecimiento poblacional del país, y es en este tipo de clima en el que por una mayor vaporización de agua, la falta de este elemento será más crítica.
- IV. El sistema ciudad es un círculo de retroalimentación negativo: El calor generado en la ciudad y conocido como “isla de calor” —la diferencia térmica entre el ámbito urbano y el rural—, se ve reforzada por el cambio climático global, lo que provoca una mayor demanda de agua y energía para enfriamiento, y su satisfacción incrementa la emisión de GEI por generación de energía, incluyendo la eléctrica, que promueve a un mayor calentamiento atmosférico...
- V. La mayor vaporización del agua por un mayor calentamiento en el continente acelera el ciclo del agua, provocando tanto escasez del líquido como inundaciones por fuertes precipitaciones y esto en el medio rural es crítico, ya que ante la falta de estabilidad se afecta la producción de alimentos.
- VI. Un incremento en el volumen en el agua oceánica, es un riesgo potencial para la población, en México, que vive a lo largo de las costas.
- VII. Los eventos extremos meteorológicos vinculados a una mayor vaporización del agua, como las inundaciones, presentan riesgos importantes de salud, así como de pérdidas humanas y materiales.

Ante el grave deterioro ambiental, específicamente el cambio climático global, se tienen diversos escenarios en función de diferentes concentraciones de GEI por diferentes emisiones de GEI, las cuales seguirán emitiéndose, por el tipo de combustible fósil que se quema en todo el mundo, y en consecuencia el incremento de la temperatura ambiental será en menor o mayor medida, con consecuencias más críticas que las actuales.

Ante el cambio climático global, en 1988 se estableció el Panel Intergubernamental de Cambio Climático, PICC, conformado por científicos de 130 países, incluyendo a México, con el objeto de evaluar la información científica y determinar la vulnerabilidad de las diversas poblaciones humanas, de otros sistemas biológicos y de los sistemas físicos del planeta, para plantear alternativas en función de disminuir su vulnerabilidad e incrementar su adaptación ante el brusco cambio climático.

La Convención Marco de las Naciones Unidas, CMNU, aprobada en 1992, planteó la necesidad de estabilizar la emisión de gases efecto invernadero, CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC y SF₆, a emisiones a un nivel no menor a un 5 % con respecto al año de 1990, acuerdo al que conocemos por Protocolo de Kioto, el cual entró en vigor a partir de febrero de este año, sin que Estados Unidos lo haya ratificado, a pesar de ser el mayor emisor de gases efecto invernadero. México no tiene las mismas obligaciones que los países industrializados por estar en vías de desarrollo, pero si tiene la

obligación de demostrar, a través de acciones e inventarios que sus emisiones de GEI están disminuyendo.

Las emisiones de GEI aprobadas por la CMNU para su control y disminución son el bióxido de carbono, CO₂, el metano, CH₄, el óxido nitroso, N₂O, el halocarbono, HFC, el perfluorocarbono, PFC y el hexafluoruro de azufre, SF₆. y de estos por su influencia radiativa en el cambio climático el más importante es el CO₂, al que se le considera el principal gas invernadero con una influencia del 60 %.

Las edificaciones, de acuerdo al PICC, por la energía que consumen, son responsables del 22% del total de gases efecto invernadero que se emiten a la atmósfera, y del 32% del CO₂, principal gas invernadero, por la quema de combustible de tipo fósil en la generación de la energía que requieren, por lo que ante el grave deterioro ambiental por el cambio climático global y ante el hecho de que la energía que actualmente se dispone tiene un alto componente de origen fósil, es necesario disminuir la emisión de gases efecto invernadero a través de una reducción en el consumo de energía.

La envolvente en las edificaciones es el medio que vincula al medio externo y al interno, modulando al externo con el objetivo de proporcionar un medio habitable en el interno. La porción translúcida de la envolvente, por su comportamiento, derivado de sus propiedades térmicas, ópticas y su espesor permite una transferencia de calor entre los medios externo e interno a una velocidad superior a la de la porción opaca, lo que representa para la edificación ganancias o pérdidas térmicas, y en el caso de la ubicación geográfica de nuestro país, a través de la envolvente translúcida se reciben ganancias térmicas al interior del espacio arquitectónico, compensadas con energía de origen fósil, a través de climatización por enfriamiento.

Por ser la porción translúcida de la envolvente la parte más vulnerable de la edificación por el gasto energético que por ella se tiene y ante la necesidad de disminuir la emisión de gases efecto invernadero, a nivel mundial, del sector de las edificaciones en este caso, por medio de la reducción en el gasto de energía, en este proyecto de investigación se planteó como hipótesis la siguiente: **“Si se conoce la proporción de la ganancia de calor solar a través de diferentes tipos de vidrio en la envolvente de las edificaciones, es posible cuantificar la demanda energética requerida para la compensación térmica al interior del espacio arquitectónico, y establecer indicadores de eficiencia energética para nuestro país, basados en relaciones de gasto energético climático, que permitan a nivel de diseño de la envolvente mitigar, al evitar, las emisiones de gases invernadero e impactar en menor medida al cambio climático global”**. La hipótesis considera como aspecto fundamental cubrir el concepto de habitabilidad, premisa indispensable para la comodidad del usuario del espacio arquitectónico.

El objetivo principal del proyecto de investigación es el de presentar Propuestas de Ahorro de Energía en el uso de la envolvente translúcida, fundamentadas en las relaciones de gasto energético vinculadas a la variable climática en nuestro país, como resultado del comportamiento energético de la envolvente translúcida ante 3 climas característicos en México, por lo que conocer el comportamiento energético de la envolvente es requisito previo.

En términos generales, el comportamiento energético de la envolvente translúcida en este trabajo considera aspectos diferentes en 3 climas característicos del país: templado, cálido húmedo y cálido seco:

1. Evaluar la variabilidad que tienen diferentes tipos de vidrio, y que se relaciona con la confiabilidad de ellos en el cálculo de cargas térmicas.
2. Cuantificar el impacto que tiene la porción translúcida con respecto a la porción opaca en diferentes planos de una edificación.
3. Cuantificar la energía (KW/hr) requerida por climatización en enfriamiento, calentamiento e iluminación ante 57 diferentes vidrios, en la porción translúcida, y seleccionados con el criterio de ser los más empleados o el de tener propiedades vinculadas al Ahorro de Energía.
4. Determinar la eficiencia energética entre los diferentes vidrios y entre sus diferentes proporciones o áreas en la envolvente.
5. Determinar la Porción Translúcida energéticamente más eficiente.
6. Determinar cuáles vidrios podrían ser los más adecuados entre los seleccionados, con el criterio de que cubran los requerimientos de permitir el paso de luz en el rango visible, y ser eficientes en cuanto el gasto energético en enfriamiento y calentamiento.
7. Determinar el Ahorro de Energía entre los vidrios seleccionados y entre sus diferentes proporciones o áreas en la envolvente.
8. Proponer Relaciones de Gasto Energético, basadas en relaciones climáticas que permitan establecer Índices que apoyen a un Ahorro de Energía a través de la envolvente en edificaciones en climas templado, cálido húmedo y cálido seco en México.

El comportamiento energético de la envolvente translúcida en 3 climas representativos en México, se logró a través de diferentes medios como son la aplicación de la Normatividad al uso de la energía; la simulación térmica-energética en un espacio diseñado ante diferentes climas; el análisis de la variabilidad climática en nuestro país; el análisis del gasto energético por climatización; el análisis de la dinámica del crecimiento poblacional y del consumo de energía eléctrica a nivel nacional y estatal.

De la aplicación de la Normatividad al uso de la energía, NOM-008-ENER-2001, la cuantificación del flujo de calor, en la edificación de la Torre de la Rectoría nos mostró:

- A. **La variabilidad en un mismo tipo de vidrio afecta a la certidumbre del cálculo térmico.** Por una variabilidad diferencial entre grupos y entre fabricantes: es mayor en los vidrios de tipo reflejante, en sus diferentes formas, en un rango de 40% en el fabricante Vitro a 137% en el fabricante Saint Gobain; una mínima variabilidad en vidrios entintados del orden de 5% y con comportamiento casi similar entre fabricantes y variabilidad un poco mayor en vidrios claros en el rango de 5 a 14%.
- B. **En porciones opaca y translúcida de igual área en la envolvente, la ganancia de calor (W) es mayor en la porción translúcida con respecto a la opaca:** por el mecanismo de conducción en 2 a 3 veces e incluyendo el mecanismo de radiación: 4 veces más en el plano al norte, 8 a 10 veces más en los planos al este y al oeste y 7 veces más en el plano al sur.

De la evaluación de la Simulación Térmica-Energética con HEED, el comportamiento energético de la envolvente translúcida ante 3 diferentes tipos de clima, y del cual se considera importante:

- A. **El comportamiento energético integral en el material vítreo de la envolvente translúcida es complejo** en cada uno de ellos, y diferente para cada uno de los conceptos estudiados en enfriamiento, calentamiento e iluminación, por lo cual se decide que no es conveniente establecer un modelo o ecuación ya que esto elevaría la complejidad y dificultaría su comprensión y aplicación, por lo que el comportamiento se representa en forma gráfica para una mejor comprensión y aplicación.
- B. **El mayor gasto de energía es por el concepto de enfriamiento, en todos los vidrios seleccionados para la envolvente, en todas las proporciones de la envolvente translúcida y en todos los climas,** representando este gasto proporciones promedio hasta del 90 % del gasto total de energía, **excepto en reflejantes en la ZMCM.**
- C. **El gasto mayor de energía por iluminación sólo es superior al del enfriamiento en el caso del vidrio reflejante plata en todas sus porciones y en el reflejante azul en porciones del 10 al 50 %, en la ubicación de clima templado,** lo que significa que en este tipo de clima el gasto por enfriamiento con estos vidrios es mínimo, y que en ambientes cálidos la iluminación con los vidrios reflejantes es un gasto mayor, que en otros vidrios, pero que el gasto por enfriamiento rebasa al de iluminación.
- D. **El comportamiento energético es función de la composición química** y presentan mejor comportamiento en el gasto por enfriamiento los vidrios reflejantes, peor comportamiento los vidrios claros y un comportamiento intermedio los vidrios entintados y los que tienen recubrimiento Low E.
- E. **El incremento del gasto energético por enfriamiento, por incremento de área translúcida, no presenta una relación directamente proporcional.**

- F. **La eficiencia energética** entre los vidrios, **es función de la relación entre diferentes comportamientos energéticos**, por lo que la eficiencia al ser diferencial, varía entre áreas translúcidas similares de la envolvente.
- G. **La proporción translúcida energéticamente más eficiente en la envolvente es la del 30%**, a partir de la cual se cubren los requerimientos de enfriamiento, calentamiento e iluminación con el menor gasto de energía.
- H. **En función de la eficiencia energética se establece el ahorro de energía por porción translúcida y por ubicación geográfica**, el cual es una aportación directa a la posibilidad de disminuir el gasto energético.
- I. **El factor climático influye en forma predominante en el gasto energético de la envolvente translúcida** y de las relaciones en el gasto energético por factor climático, se establecen tres tipos de relaciones entre el clima templado con el cálido húmedo y con el cálido seco:
 - a. **De las simulaciones con HEED la relación resultante en el gasto energético es de 1 : 6 : 3** para clima templado, cálido húmedo y cálido seco.
 - b. **Del análisis en el consumo de energía eléctrica per cápita, por estado y por influencia climática** —en el que se descarta a los usuarios de tipo industrial y el volumen de energía que consumen— **se tiene la relación 1 : 3.4 : 4.5**. En esta relación se considera que el 3.4 y el 4.5 al corresponder a los valores extremos del rango para los estados con clima cálido húmedo y para los del tipo cálido seco, proporciona protección a los estados con clima similar, y principalmente a los que tienen clima cálido seco, ya que con el calentamiento global la tendencia se considera será hacia cálido más seco y con una mayor demanda energética. De la comparación específica entre los estados del D.F. más el Estado de México, con la Cd. de Mexicali se obtiene por la evaluación del consumo per cápita la relación de 1 : 3, por lo que en este caso la simulación refleja una relación similar, pero de ninguna manera en el caso entre la Cd. de México y Acapulco, situación que se consideró está vinculada a un factor biológico por aclimatación y en consecuencia un menor requerimiento de energía y no a un factor sólo de tipo climático.

De este último análisis se concluye que la población en clima cálido húmedo como el de Acapulco, a pesar de tener una temperatura promedio anual de 27.7°C, a la que es posible considerar que rebasa la de comodidad térmica, esta afirmación puede ser aplicable para quienes no viven en forma permanente en este sitio, ya que por proceso de aclimatación es probable que sí se encuentren en un rango de comodidad térmica, en el cual sus reacciones bioquímicas y metabólicas estén en equilibrio y requieran menos energía eléctrica por concepto de enfriamiento, a diferencia de que quienes a pesar de tener una temperatura promedio anual de 22.2°C como en la Cd. de

Mexicali tienen un stress térmico no sólo anual por una oscilación térmica de 20.7°C al año, sino que el stress térmico es también diario, por la variación en la temperatura en el lapso de sólo 24 hrs, que puede ubicarse en un rango diferencial de 15°C, y en consecuencia al estar en un ambiente en el que la temperatura cambia en forma constante, no es posible lograr una aclimatación, por lo que el gasto energético por climatización es casi permanente: para enfriamiento en la mayor parte del año y por calentamiento en 1 o 2 meses del año, además de que por la baja humedad relativa la deshidratación es un factor que provoca también stress térmico.

La aclimatación o el estar en una comodidad térmica se considera puede ser una variable muy importante que permita un menor gasto energético, y por el contrario, en caso de estar ante stress térmico, es una variable que obliga a una mayor demanda de energía eléctrica para climatización, por lo que es en las ubicaciones con clima cálido seco en las que debe de existir una mayor protección en la envolvente translúcida.

- c. **De la relación del flujo de energía (W) de la Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001.** Se revisó la relación existente en el flujo de energía del edificio de referencia de la Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001 para las ubicaciones de la ZMCM, de la Cd. de Acapulco y la de la Cd. de Mexicali y **se obtuvo la relación de 1 : 1.74 : 1.87** respectivamente.

La Propuesta de relaciones energéticas vinculadas al clima se establece con base en los resultados obtenidos tanto en la simulación térmica como en el análisis del consumo de energía en cada estado, y se propone que el vidrio en la envolvente translúcida al tener una relación en el gasto energético de de 1 : 3.5 entre el Clima Templado y el Cálido húmedo y de 1 : 4 entre el Templado y el Cálido seco, en esa medida debe aportar la protección a la ganancia térmica al interior del espacio arquitectónico y que proporcione un ahorro de energía. La protección térmica del vidrio debe estar vinculada al propio material, esto es, que forme parte de su propio comportamiento térmico, en función de su composición, por lo que se propone la aplicación de valores en sus propiedades Coeficiente Global de Transferencia de Calor y Coeficiente de Sombreado:

Por ser el clima templado la referencia, se propone sus valores de referencia sean los establecidos por la Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001:

Techo: Coeficiente global de Transferencia de Calor: **5.952** y Coeficiente de Sombreado **0.85**

Muro: Coeficiente global de Transferencia de Calor: **5.319** y Coeficiente de Sombreado **1**

En base a los valores de referencia, el ajuste a los valores, que aporten la protección requerida a la ganancia de calor en los climas cálidos, son:

Clima Cálido húmedo:

Techo: Coeficiente global de Transferencia de Calor: **1.984** y Coeficiente de Sombreado **0.28**

Muro: Coeficiente global de Transferencia de Calor: **1.488** y Coeficiente de Sombreado **0.33**

Clima Cálido seco:

Techo: Coeficiente global de Transferencia de Calor: **1.488** y Coeficiente de Sombreado **0.21**

Muro: Coeficiente global de Transferencia de Calor: **1.330** y Coeficiente de Sombreado **0.25**

Aplicación de la propuesta. De las relaciones a las que se ha llegado, se considera que es factible su aplicación, principalmente en el ámbito de la Normatividad al uso de energía en las edificaciones, por ser la alternativa a través de la cual en México es posible un ahorro de energía a corto plazo y en forma masiva, por ser de aplicación nacional.

La propuesta de aplicación en la Normatividad esta enfocada hacia la parte translúcida de la Edificación de Referencia, por ser esta la que determina los límites en el flujo de calor, con diferencias climáticas.

Actualmente, en la Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001, al Edificio de Referencia, en su porción translúcida se le consideran valores en sus propiedades térmicas y ópticas para el techo — 5.952 W/m²°K como Coeficiente Global de Transferencia de calor y de 0.85 como Coeficiente de Sombreado— y para los muros —5,319 W/m²°K como coeficiente Global de Transferencia de calor y de 1 como Coeficiente de Sombreado— mismos que se propone sean los valores base o de referencia, en el clima templado o los estados que lo presenten en forma predominante, como son Tlaxcala, Puebla, Estado de México y Distrito Federal

En el Edificio de Referencia de la Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001, se establece una proporción translúcida de 5% en techo y 40% en muros, y con base en los resultados, una proporción de 30% en muros sería energéticamente más eficiente, por lo que a la Edificación de Referencia en zonas templadas se propondría el ajuste en la proporción translúcida.

Con base a los valores de referencia, se proponen valores en el Coeficiente Global de Transferencia de Calor y en el Coeficiente de Sombreado diferentes a los que se aplicarían a los estados con clima templado, mismos que estarían vinculados a relaciones energéticas con influencia climática.

Se Aplica la propuesta a la Edificación de Referencia de la Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001, tanto con los valores vigentes como los propuestos, para su comparación y en cada

una de las ciudades seleccionadas como representativas de los climas templado, cálido húmedo y cálido seco, obteniéndose los siguientes resultados como Ahorro de Energía:

APLICACIÓN CON VALORES VIGENTES

Edificio Referencia: Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001

CLIMA TEMPLADO:

Lugar: Distrito Federal.
Edificio: Torre de Rectoría, UNAM
CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	Fracción	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	0.391	503.14	0.95	32.00	1308.24
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	19.00	-898.41
Muro norte	2.200	1480.00	0.60	20.00	-9768.00
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	20.00	-15744.24
Muro este	2.200	1122.07	0.60	22.00	-4443.40
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	21.00	-9549.26
Muro sur	2.200	1480.00	0.60	21.00	-7814.40
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	21.00	-12595.39
Muro oeste	2.200	1389.47	0.60	21.00	-7336.40
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	21.00	-11824.95
					Qrc(W)= -78666.21

Ganancia por Radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	Fracción	FG W/m²	CS*A*F*FG
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	272	5816.30
Ventana norte	1	1480.00	0.40	102	60384.00
Ventana este	1	1122.07	0.40	140	62835.92
Ventana sur	1	1480.00	0.40	114	67488.00
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	134	74475.59
					Qrs(W)= 270999.81

Presupuesto Energético:
Edificio de Referencia **Qc(W)**
192333.60

PROPUESTA DE REDUCCIÓN EN EL USO DE ENERGÍA Y MITIGACIÓN DE GASES EFECTO INVERNADERO

Edificio Referencia: Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001

CLIMA TEMPLADO:

Lugar: Distrito Federal.
Edificio: Torre de Rectoría, UNAM
CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	Fracción	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	0.391	503.14	0.95	32.00	1308.24
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	19.00	-898.41
Muro norte	2.200	1480.00	0.70	20.00	-11396.00
Ventana norte	5.319	1480.00	0.30	20.00	-11808.18
Muro este	2.200	1122.07	0.70	22.00	-5183.96
Ventana este	5.319	1122.07	0.30	21.00	-7161.95
Muro sur	2.200	1480.00	0.70	21.00	-9116.80
Ventana sur	5.319	1480.00	0.30	21.00	-9446.54
Muro oeste	2.200	1389.47	0.70	21.00	-8559.14
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.30	21.00	-8868.71
					Qrc(W)= -71131.45

Ganancia por Radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	Fracción	FG W/m²	CS*A*F*FG
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	272	5816.30
Ventana norte	1	1480.00	0.30	102	45288.00
Ventana este	1	1122.07	0.30	140	47126.94
Ventana sur	1	1480.00	0.30	114	50616.00
Ventana oeste	1	1389.47	0.30	134	55856.69
					Qrs(W)= 204703.93

Presupuesto Energético:
Edificio de Referencia **Qc(W)**
133572.48

RELACION: 1.44

NOM-008-ENER-2001 PROPUESTA

DIFERENCIA ENTRE LOS DOS EDIFICIOS DE REFERENCIA:	AHORRO	
	W	%
	58761.12	31

En el caso del ejercicio para el clima Templado, en la Cd. de México, con los valores establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001, como valores de referencia, y haciendo sólo una reducción a la porción translúcida, se logra un ahorro de 31 %.

En la aplicación de los valores propuestos en las propiedades del Coeficiente global de transferencia de calor, el Coeficiente de Sombreado y la porción translúcida, en el ejercicio ubicado para el clima cálido húmedo en la Cd. de Acapulco, se obtiene un ahorro de energía de 72 %.

APLICACIÓN CON VALORES VIGENTES

Edificio Referencia: Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001

CLIMA CALIDO HUMEDO:

Lugar: Acapulco, Gro.
Edificio: Torre de Rectoría, UNAM
CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	Fracción	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	0.356	503.14	0.95	45.00	3403.24
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	26.00	149.73
Muro norte	0.621	1480.00	0.60	31.00	3308.69
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	28.00	9446.54
Muro este	0.621	1122.07	0.60	35.00	4180.83
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	29.00	9549.26
Muro sur	0.621	1480.00	0.60	33.00	4411.58
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	29.00	12595.39
Muro oeste	0.621	1389.47	0.60	33.00	4141.73
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	29.00	11824.95
					Qrc(W)= 63011.96

Ganancia por Radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	Fracción	FG W/m²	CS*A*F*FG
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	274	5859.07
Ventana norte	1	1480.00	0.40	91	53872.00
Ventana este	1	1122.07	0.40	137	61489.44
Ventana sur	1	1480.00	0.40	118	69856.00
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	146	81145.05
					Qrs(W)= 272221.55

Presupuesto Energético:
Edificio de Referencia **Qc(W)**
335233.51

PROPUESTA DE REDUCCIÓN EN EL USO DE ENERGÍA Y MITIGACIÓN DE GASES EFECTO INVERNADERO

Edificio Referencia: Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001

CLIMA CALIDO HUMEDO:

Lugar: Acapulco, Gro.
Edificio: Torre de Rectoría, UNAM
CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	Fracción	t=26°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	0.356	503.14	0.95	45.00	3233.08
Tragaluz y domo	1.984	503.14	0.05	26.00	0.00
Muro norte	0.621	1480.00	0.70	31.00	3216.78
Ventana norte	1.488	1480.00	0.30	28.00	1321.34
Muro este	0.621	1122.07	0.70	35.00	4389.87
Ventana este	1.488	1122.07	0.30	29.00	1502.68
Muro sur	0.621	1480.00	0.70	33.00	4503.49
Ventana sur	1.488	1480.00	0.30	29.00	1982.02
Muro oeste	0.621	1389.47	0.70	33.00	4228.02
Ventana oeste	1.488	1389.47	0.30	29.00	1860.78
					Qrc(W)= 26238.06

Ganancia por Radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	Fracción	FG W/m²	CS*A*F*FG
Tragaluz y domo	0.28	503.14	0.05	274	1930.05
Ventana norte	0.33	1480.00	0.30	91	13333.32
Ventana este	0.33	1122.07	0.30	137	15218.64
Ventana sur	0.33	1480.00	0.30	118	17289.36
Ventana oeste	0.33	1389.47	0.30	146	20083.40
					Qrs(W)= 67854.76

Presupuesto Energético:
Edificio de Referencia **Qc(W)**
94082.82

RELACION: 3.56

NOM-008-ENER-2001 PROPUESTA

DIFERENCIA ENTRE LOS DOS EDIFICIOS DE REFERENCIA:	AHORRO	
	W	%
	241140.69	72

y finalmente en el caso de la aplicación de los valores propuestos para el clima Cálido Seco en la Cd. de Mexicali, se obtiene un ahorro de energía de 76 %.

APLICACIÓN CON VALORES VIGENTES

Edificio Referencia: Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001

CLIMA CÁLIDO SECO

Lugar: Mexicali, BCN.

Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

CÁLCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVÉS DE LA ENVOLVENTE

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	Fracción	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	0.354	503.14	0.95	47.00	3722.53
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	27.00	299.47
Muro norte	0.521	1480.00	0.60	33.00	3701.18
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	28.00	9446.54
Muro este	0.521	1122.07	0.60	36.00	3858.35
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	30.00	11936.58
Muro sur	0.521	1480.00	0.60	34.00	4163.83
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	30.00	15744.24
Muro oeste	0.521	1389.47	0.60	35.00	4343.48
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	30.00	14781.18
					Qrc(W)= 71997.40

Ganancia por Radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	Fracción	FG W/m²	CS*A*F*FG
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	322	6885.47
Ventana norte	1	1480.00	0.40	70	41440.00
Ventana este	1	1122.07	0.40	159	71363.85
Ventana sur	1	1480.00	0.40	131	77552.00
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	164	91149.23
					Qrs(W)= 288390.35

Presupuesto Energético:
Edificio de Referencia

Qc(W)
380387.75

CLIMA CÁLIDO SECO		NOM-008-ENER-2001 PROPUESTA	
DIFERENCIA ENTRE LOS DOS EDIFICIOS DE REFERENCIA:		AHORRO W	AHORRO %
		273722.77	76

PROPUESTA DE REDUCCIÓN EN EL USO DE ENERGÍA Y MITIGACIÓN DE GASES EFECTO INVERNADERO

Edificio Referencia: Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001

CLIMA CÁLIDO SECO

Lugar: Acapulco, Gro.

Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

CÁLCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVÉS DE LA ENVOLVENTE

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	Fracción	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	0.354	503.14	0.95	47.00	3722.53
Tragaluz y domo	1.488	503.14	0.05	27.00	74.87
Muro norte	0.521	1480.00	0.70	33.00	4318.05
Ventana norte	1.330	1480.00	0.30	28.00	1771.56
Muro este	0.510	1122.07	0.70	36.00	4406.37
Ventana este	1.330	1122.07	0.30	30.00	2238.53
Muro sur	0.521	1480.00	0.70	34.00	4857.80
Ventana sur	1.330	1480.00	0.30	30.00	2952.60
Muro oeste	0.521	1389.47	0.70	35.00	5067.40
Ventana oeste	1.330	1389.47	0.30	30.00	2771.99
					Qrc(W)= 32181.70

Ganancia por Radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	Fracción	FG W/m²	CS*A*F*FG
Tragaluz y domo	0.21	503.14	0.05	322	1701.12
Ventana norte	0.25	1480.00	0.30	70	7770.00
Ventana este	0.25	1122.07	0.30	159	13380.88
Ventana sur	0.25	1480.00	0.30	131	14541.00
Ventana oeste	0.25	1389.47	0.30	164	17090.48
					Qrs(W)= 54483.28

Presupuesto Energético:
Edificio de Referencia

Qc(W)
86664.98

RELACION: 4.16

El logro de la reducción en el gasto energético de las edificaciones tiene beneficios colaterales, ya que además de mitigar la emisión de gases efecto invernadero por su evitación, disminuye la vulnerabilidad de los sistemas biológicos y físicos e incrementa la capacidad de adaptabilidad de los sistemas biológicos, por amortiguarse la posibilidad de eventos meteorológicos extremos.

En relación a la hipótesis planteada con base en la construcción del marco teórico "Si se conoce la proporción de la ganancia de calor solar a través de diferentes tipos de vidrio en la envolvente, es posible cuantificar la demanda energética requerida para la compensación térmica y establecer indicadores de eficiencia energética para nuestro país, basados en las relaciones de gasto energético climático, que permitan a nivel de diseño de la envolvente mitigar, al evitar, las emisiones de gases invernadero e impactar en menor medida al cambio climático global", se considera cierta, con la salvedad de que los programas de simulación de comportamiento térmico en edificaciones aún no cuentan con la sensibilidad para evaluar diferencias metabólicas en los usuarios ante climas diferentes y se espera pueda ser validada en su aplicación.

El cubrir los requerimientos metabólicos es la base biológica en el concepto de habitabilidad, y determinó la existencia de la envolvente. El cubrir los requerimientos metabólicos continúa siendo fundamental en la habitabilidad, ya que el cubrirlos es básico para la vida, y lo deseable es que se logren en forma energéticamente eficiente, esto es con el menor gasto de energía, en beneficio del usuario del espacio arquitectónico, del ambiente y de los sistemas físicos y biológicos que dependemos del ambiente: todos.

Bibliografía

- Aitken, D. *Putting it together. Whole buildings and a whole building policy*, Quarterly, USA. Summer 1998, Vol. 9 No. 3q
- Arvizu, *Registro histórico de los principales países emisores*, SEMARNAT, 2004.
- ASHRAE, *Handbook Fundamentals*, USA, 1981
- ASHRAE Handbook. American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers, Inc., USA, 1989
- Barbara, Z., *Materiales y procedimientos de construcción*. Ed. Herrero. 6ª. Ed. Tomo 2, México, 1977.
- Barrios, R. *Contribución al estudio del comportamiento térmico del vidrio plano utilizado en México como envolvente en edificaciones*. Tesis de Maestría, UAM-A. México, 2001.
- Beckett y Godfrey, *Ventanas, función diseño e instalación*. Ed. Gustavo Gili, España, 1978
- BESTEST, *Evaluación a simuladores térmicos en edificios*.
- Bohinsky, *Bioquímica*, Fondo Educativo Interamericano, 1978.
- Braun, *Electromagnetismo*, La ciencia para todos, FCE, México. 1998
- Braun, E., *Arquitectura de sólidos y líquidos*, La Ciencia desde México, Núm. 26, SEP, FCE, Buolton, Pendiente
- CONACYT, México, 1995.
- Carabias, *Eficiencia en los recursos para el Siglo XXI*, INE, Gaceta 53, 2000
- Cid, J.G., *Análisis de los espectros de absorción del vidrio (Si, Na, Ca) con óxidos de He, Cr y Co* Tesis I.Q. Facultad de Química, UNAM, México, 1995
- CITAV, *Manual del vidrio*, España, 1996.
- Climalit con Planitherm S*”, una nueva generación en vidrio de control energético, Revista del vidrio plano, Proporción 3, S.A., España número. 44-1997.
- C.F.E. Fuentes de energía, México, 1990
- C.F.E. y C.L. y F. *Estadísticas*, México, 2000
- Clarke, John, *Geografía de la población*, 1991, UNAM.
- CNA –SEMARNAT, 2003
- CONAE, *Taller de aplicación de la NOM-008-ENER*, México, 1998.
- CONAE, *Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001*, Diario Oficial, México, 2001.
- CONAPO, *Proyecciones de la población de México: 2000-2050*, México.1998
- Cuateconzi y Gasca, *Los gases regulados por la convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático*, SEMARNAT, INE, 2004
- Comisión Federal de electricidad. *Información estadística*, México, 2001.
- Duvigneaud, *La síntesis ecológica*, Ed. Ahambra, España, 1981
- Estrada Cajigal, V. *Métodos de cálculo de la radiación Solar*, X Curso de Actualización en Energía solar, LES, IIM, UNAM, 1992.
- Foster, M., *La construcción de la arquitectura. Técnica, Diseño y Estilo*. Ed. Blume, España, 1988
- Fernandez, A., INE, *Avances de México en materia de cambio climático*, 2002.
- García, E. *Modificaciones al sistema de clasificación de Köpen*, México, 1988.
- Garduño, *El veleidoso clima*, La ciencia para todos, FCE, México. 1994
- Givoni, B. *Man, climate and Architecture*, Applied Science Publishers LTD, London. 1969
- Givonni Baruch, *Climate considerations in buildings and urban design*, VNR, International Thomson Publishing, Inc., USA, 1998.
- Gloag, J. *Introducción histórica sobre la evolución de las ventanas en Inglaterra en La luz del día en los edificios*. Editorial Reverté, Barcelona, 1951.
- Guidoni, *Arquitectura primitiva*, Aguilar, España, 1989.
- Gutiérrez de MacGregor, T.- *Dinámica y distribución espacial de la población urbana en México*, UNAM, 2004.
- Hammond, en Ponciano, G., *Simposium Cambio climático*. UNAM,
- Hisashi Hansawa, *Energy conservation technology for buildings in Japan*. Office on environmental and Energy Emgineering, Takenaka Corporation, Tokio, Japan, 1993.
- INEGI *IX Censo General de Población, 1970*. México, 1972.
- INEGI. *XI Censo General de Población y Vivienda, 1990*. México, 1992.
- NEGI. *Conteo de Población y Vivienda, 1995*. México, 1996.

INEGI *100 años de Censos de población*, 1996
 INEGI, *Estadísticas del medio ambiente* 1995, México, 1997
 INEGI. *XII Censo General de Población y Vivienda, 2000. Resultados Preliminares*. México, 2000
 INEGI, *Indicadores económicos*, México, 2003.-
 INEGI, *Anuario Estadístico Histórico*.
 INEGI, *Anuario Estadístico de la Cd. de México*.
 INEGI, *Anuario Estadístico del Edo. de México*, 2004
 INEGI, *Anuario Estadístico del Edo. de Guerrero*, 2004
 INEGI, *Anuario Estadístico del Edo. de Baja California*, 2004
 INEGI. *El sector energético en México*, 2003.
 INE. 2º. *Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. México, 2001
 Izard, J. L. y Guyot, A. *Arquitectura Bioclimática*, Gustavo Gili, España, 1980.
 Jáuregui, *La variabilidad climática en los registros instrumentales de México*, SEMARNAT, INE, México, 2004.
 Jencks, Ch., *Movimientos modernos en Arquitectura.*, Blume Ediciones, España, 1983.
 Jiménez Cisneros, Blanca, *La contaminación ambiental en México*, 2001.
 Kreider y Rabl, *Heating and cooling of building*, Mc Graw Hill, USA, 1994.
 Kreith, F., *Principios de transferencia del calor*, Herrero, USA, 1968.
 Laguna, M., *Generación de energía eléctrica y medio ambiente*, INE, México, 2003.
 CFE, *Las fuentes de la energía*, Subdirección de construcción, 1999.
 López, E. *Composición química del vidrio y sus aplicaciones*. Tesis I.Q., Facultad de Química., UNAM, México, 1991
 Magaña y Gay, *Vulnerabilidad y adaptación regional ante el cambio climático y sus impactos ambientales sociales y económicos*, INE, México, 2002.
 Magaña et al. *Consecuencias presentes y futuras de la variabilidad y el cambio climático en México, 2ª. Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*, México, 2001.
 México, SEMARNAT, INE, 2004.
 Marín de L, *Arquitectura prehistórica*, Trillas, México, 2000.
 Mc Grath y Frost *Glass in Architecture and Decoration*, The Architectural Press, London, 1961.
 Morillón, *Carga térmica en un edificio con almacenamiento térmico, curso de actualización en energía solar* UNAM, 1992.
 Müller, W y Vogel, G. *Atlas de Arquitectura. 2. Del románico a la actualidad* Alianza Editorial, España, 1981.
 Navale, M. *Historia de la arquitectura*, en *Curso de diseño arquitectónico*. Ed. Trillas, México, 1994.
 Noim y Decrox.- *Mapa de la distribución mundial de la población*.- INE.- Gaceta ecológica.- México, 1998.
 OCDE, 1998 en Jiménez Cisneros, Blanca, *La contaminación ambiental en México*, 2001.
 Odum, *Ecología*, Blume, España, 1980
 Oke en Ponciano, G. *Simposium Cambio climático*,
 Olgyay, V., *Clima y diseño*,
 Olgyay, V., *Arquitectura y clima*, Ed. G. Gili, España, 1998
 Peterson, en Ponciano, G., *Simposium Cambio Climático*.
 PICC, *Climate change, The scientific basis*, Cambridge University Press, 2001
 PICC, *Impacts, Adaptation and Vulnerability*, Cambridge University Press, 2001.
 PICC, *Mitigation, The scientific basis*, Cambridge University Press, 2001.
 Pitts, D. *Teoría y Problemas de transferencia de calor*. Serie de compendios Schaum, Ed. Mc Graw
 Pothorn, Herbert. *Arquitectura. Cómo reconocer los estilos*. Ed. Anaya, España, 1986.
 Hill Latinoamericana, S. A., Colombia, 1979.
 Presidencia de la República, 2002. *Segundo informe de gobierno*, en línea, presidencia.gob.mx/Informes/2002
 Random House, enciclopedia, USA, 1977.
 Ramos, E. *Principios básicos de transferencia de calor*. Curso de actualización en Energía Solar, LES, IIM, UNAM, 1992.
 Revista del vidrio plano, cristales laminados de alta tecnología , España, 1997.

Riseboro, B. *Historia dibujada de la arquitectura*. Últimas tendencias, Celeste Ediciones, Madrid, 1992.

Riseboro, *Historia dibujada de la Arquitectura Occidental*, Hermann Blume Edificiones, Madrid, 1982.

Rodríguez, M., *El vidrio en la Arquitectura. Introducción a un análisis histórico*. Memorias XX Semana Nacional de Energía solar., ANES, Univ. Veracruzana. México 1996.

Ruiz y Cruz, *Los gases de efecto invernadero y sus emisiones en México*, SEMARNAT, INE, México, 2004

Saint Gobain, *Bibliografía técnica sobre vidrio para envolvente arquitectónica*, Francia. Sin fecha de edición.

Salmones, *Infraestructura de agua potable en la producción de vivienda*, en Fernández y Mtez., 2003

Salvat, *Enciclopedia*, Salvat Editores, España, 1971

S. Martín, *Ecología humana y salud*, La Prensa Médica Mexicana, México, 1983

Sámano, et al, *Aspectos bioclimáticos en el diseño de edificios confortables de máxima eficiencia energética*, curso de actualización en energía solar UNAM, 1992

Sánchez, en Ponciano, G., *Simposium Cambio climático*.

Sector Energético en México, Serie de Estadísticas sectoriales, INEGI, 2004.

SENER, *Balances Históricos Nacionales de Energía*, México

SENER, *Balance Nacional de Energía*, México, 2001

SENER, *Balance Nacional de Energía*, México, 2002

SENER, *Balance Nacional de Energía*, México, 2003

SENER, *Balance Nacional de Energía*, México, 2004,

Servicio Meteorológico Nacional (SMN), *Normales climatológicas de la Cd. de México*.

Servicio Meteorológico Nacional (SMN), *Normales climatológicas de la Cd. de Acapulco*.

Servicio Meteorológico Nacional (SMN), *Normales climatológicas de la Cd. de Mexicali*

Sherman, *Biología, perspectiva humana*, Ed. Mc Graw Hill, México, 1989.

Sheinbaum, C. *Tendencias y perspectivas de la energía residencial en México (1980-1990)* Memorias ANES, México,

Shoenauer, N. *6000 años de hábitat*, Editorial Gustavo Gili, España, 1984

Schweizer. *Bibliografía técnica de material translúcido para envolvente arquitectónica*. Catálogos.

Siemens, *Bibliografía técnica de material translúcido para envolvente arquitectónica*. Catálogos.

Slessor, K., *Arquitectura High Tech, Sustentabilidad Eco Tech*, Gustavo Gili, México, 1997.

Stryer, *Bioquímica*, Ed. Reverte, 1976.

Szokolay, S.V., *Environmental Science Handbook for Architects and Builder*, the construction Press, Gran Bretaña, 1980.

Szokolay, S. V. *Arquitectura solar*, Blume, España, 1983.

Szokolay. *Sustainable development in the built environment*. Memorias: Desarrollo sustentable en el hábitat construido, UAM-A, México, 1998.

Tudela, F. *México y la participación de países en desarrollo en el régimen climático*, SEMARNAT, 2004.

Tudela en Vélez, R., *Diseño bioclimático y Ecotécnicas*, UAM-X. México, 1989

Urbano, A., et al. *Aplicaciones innovadoras en la Arquitectura*. Memorias. *Desarrollo sustentable en el hábitat construido*, UAM, México, 1998.

USAID, *Generación eléctrica en México*, México, 2002.

Vázquez, *Ecología y formación ambiental*, Mc Graw Hill, México, 1994.

Viracon, *Bibliografía técnica sobre vidrio para envolvente arquitectónica*, E.U.A. 1996, 1997 y 1998.

Saint Gobain, Literatura técnica.

Vitro, *Bibliografía técnica sobre vidrio para envolvente arquitectónica*, México. 1996.

Wigginton, *Glass in architecture*, Phaidon Press, London, 1996

Zaldo, C. *Medidas ópticas, Ciencia de materiales*

ANEXO A

Calculo del flujo de calor a través de la envolvente de la Torre de Rectoría de la UNAM, con la Metodología Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001 Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales.

ANEXO A

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: claro 3 mm Ref. Fabricante "Vidro"

Lugar: Distrito Federal.

Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	Fracción	t=25°C Te (°C)
Techo	0.391	503.14	0.95	32.00
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	19.00
Muro norte	2.200	1480.00	0.60	20.00
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	20.00
Muro este	2.200	1122.07	0.60	22.00
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	21.00
Muro sur	2.200	1480.00	0.60	21.00
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	21.00
Muro oeste	2.200	1389.47	0.60	21.00
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	21.00
				Qrc(W)=

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	1.55	503.14	32.00	1308.24
Tragaluz y domo				-898.41
Muro norte	2.94	743.64	20.00	-9768.00
Ventana norte	4.92	736.36	20.00	-15744.24
Muro este	3.30	471.31	22.00	-4443.40
Ventana este	4.92	650.76	21.00	-9549.26
Muro sur	3.02	703.81	21.00	-7814.40
Ventana sur	4.92	776.19	21.00	-12595.39
Muro oeste	2.93	1094.84	21.00	-7336.40
Ventana oeste	4.92	294.63	21.00	-11824.95
				Qpc(W)=

Ganancia por Radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	Fracción	FG (W/m²)
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	272
Ventana norte	1	1480.00	0.40	102
Ventana este	1	1122.07	0.40	140
Ventana sur	1	1480.00	0.40	114
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	134
				Qrs(W)=

Ganancia por Radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	FG (W/m²)	SE	CS*A*F*SE
Ventana norte	1.01	736.36	102	1.00	75859.81
Ventana este	1.01	650.76	140	0.98	90177.11
Ventana sur	1.01	776.19	114	0.96	85795.70
Ventana oeste	1.01	294.63	134	1.00	39875.22
				Qps(W)=	291707.84

Presupuesto Energético:

Edificio de Referencia

Edificio Proyectado

Qc(W)

-78666.21

-83442.77

Qs(W)

270999.81

291707.84

Q(W)

192333.60

208265.07

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente proyectada, en la ubicación del Distrito Federal:

Vidrio: claro 3 mm Distribuidor Mayoritario 2 "Vidro"

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: claro 3 mm Muestra del Fabricante "Vidro"

Lugar: Distrito Federal.

Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	Fracción	t=25°C Te (°C)
Techo	0.391	503.14	0.95	32.00
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	19.00
Muro norte	2.200	1480.00	0.60	20.00
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	20.00
Muro este	2.200	1122.07	0.60	22.00
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	21.00
Muro sur	2.200	1480.00	0.60	21.00
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	21.00
Muro oeste	2.200	1389.47	0.60	21.00
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	21.00
				Qrc(W)=

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	1.55	503.14	32.00	1308.24
Tragaluz y domo				-898.41
Muro norte	2.94	743.64	20.00	-9768.00
Ventana norte	4.89	736.36	20.00	-18022.31
Muro este	3.30	471.31	22.00	-4665.97
Ventana este	4.89	650.76	21.00	-12741.81
Muro sur	3.02	703.81	21.00	-8502.02
Ventana sur	4.89	776.19	21.00	-15197.72
Muro oeste	2.93	1094.84	21.00	-12831.52
Ventana oeste	4.89	294.63	21.00	-5768.82
				Qpc(W)=

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	Fracción	FG (W/m²)
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	272
Ventana norte	1	1480.00	0.40	102
Ventana este	1	1122.07	0.40	140
Ventana sur	1	1480.00	0.40	114
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	134
				Qrs(W)=

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	FG (W/m²)	SE	CS*A*F*SE
Ventana norte	0.99	736.36	102	1.00	74357.63
Ventana este	0.99	650.76	140	0.98	88391.43
Ventana sur	0.99	776.19	114	0.96	84096.77
Ventana oeste	0.99	294.63	134	1.00	39085.62
				Qps(W)=	285931.45

Presupuesto Energético:

Edificio de Referencia

Edificio Proyectado

Qc(W)

-78666.21

-83202.62

Qs(W)

270999.81

285931.45

Q(W)

192333.60

202728.83

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación del Distrito Federal:

Vidrio: claro 3 mm Muestra del Fabricante "Vidro"

ANEXO A

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: claro 3 mm Distribuidor Mayoritario 1 "Vitro"

Lugar: Distrito Federal.

Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² °C)	Area (m ²)	Fración	t=25°C Te (°C)
Techo	0.391	503.14	0.95	32.00
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	19.00
Muro norte	2.200	1480.00	0.60	20.00
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	20.00
Muro este	2.200	1122.07	0.60	22.00
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	21.00
Muro sur	2.200	1480.00	0.60	21.00
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	21.00
Muro oeste	2.200	1389.47	0.60	21.00
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	21.00
				Qrc(W)=

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² °C)	Area (m ²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	1.55	503.14	32.00	1308.24
Tragaluz y domo				-898.41
Muro norte	2.94	743.64	20.00	-9768.00
Ventana norte	4.89	736.36	20.00	-15744.24
Muro este	3.30	471.31	22.00	-4443.40
Ventana este	4.89	650.76	21.00	-9549.26
Muro sur	3.02	703.81	21.00	-7814.40
Ventana sur	4.89	776.19	21.00	-12595.39
Muro oeste	2.93	1094.84	21.00	-7336.40
Ventana oeste	4.89	294.63	21.00	-11824.95
				-78666.21
				Qpc(W)=

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	Fración	FG W/m ²
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	272
Ventana norte	1	1480.00	0.40	102
Ventana este	1	1122.07	0.40	140
Ventana sur	1	1480.00	0.40	114
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	134
				Qrs(W)=

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	FG W/m ²	SE	CS*A*F*SE
Ventana norte	0.97	736.36	102	1.00	72855.46
Ventana este	0.97	650.76	140	0.98	86605.74
Ventana sur	0.97	776.19	114	0.96	82397.85
Ventana oeste	0.97	294.63	134	1.00	38296.01
					280155.06
				Qps(W)=	

Presupuesto Energético:

Edificio de Referencia

Edificio Proyectado

Qc(W)

-78666.21

-83202.62

Qs(W)

270999.81

280155.06

Q(W)

192333.60

196952.43

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación del Distrito Federal.:

Vidrio: claro 3 mm Distribuidor Mayoritario 1 "Vitro"

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: claro 3 mm Distribuidor Mayoritario 2 "Vitro"

Lugar: Distrito Federal.

Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² °C)	Area (m ²)	Fración	t=25°C Te (°C)
Techo	0.391	503.14	0.95	32.00
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	19.00
Muro norte	2.200	1480.00	0.60	20.00
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	20.00
Muro este	2.200	1122.07	0.60	22.00
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	21.00
Muro sur	2.200	1480.00	0.60	21.00
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	21.00
Muro oeste	2.200	1389.47	0.60	21.00
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	21.00
				Qrc(W)=

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² °C)	Area (m ²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	1.55	503.14	32.00	1308.24
Tragaluz y domo				-898.41
Muro norte	2.94	743.64	20.00	-9768.00
Ventana norte	4.89	736.36	20.00	-18022.31
Muro este	3.30	471.31	22.00	-4665.97
Ventana este	4.89	650.76	21.00	-12741.81
Muro sur	3.02	703.81	21.00	-8502.02
Ventana sur	4.89	776.19	21.00	-15197.72
Muro oeste	2.93	1094.84	21.00	-12831.52
Ventana oeste	4.89	294.63	21.00	-5768.82
				-83202.62
				Qpc(W)=

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	Fración	FG W/m ²
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	272
Ventana norte	1	1480.00	0.40	102
Ventana este	1	1122.07	0.40	140
Ventana sur	1	1480.00	0.40	114
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	134
				Qrs(W)=

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	FG W/m ²	SE	CS*A*F*SE
Ventana norte	0.97	736.36	102	1.00	72855.46
Ventana este	0.97	650.76	140	0.98	86605.74
Ventana sur	0.97	776.19	114	0.96	82397.85
Ventana oeste	0.97	294.63	134	1.00	38296.01
					280155.06
				Qps(W)=	

Presupuesto Energético:

Edificio de Referencia

Edificio Proyectado

Qc(W)

-78666.21

-83202.62

Qs(W)

270999.81

280155.06

Q(W)

192333.60

196952.43

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación del Distrito Federal.

Vidrio: claro 3 mm Distribuidor Mayoritario 2 "Vitro"

ANEXO A

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: claro 3 mm Ref. Fabricante "Saint Gobain"

Lugar: Distrito Federal.

Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	Fracción	t=25°C Te (°C)
Techo	0.391	503.14	0.95	32.00
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	19.00
Muro norte	2.200	1480.00	0.60	20.00
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	20.00
Muro este	2.200	1122.07	0.60	22.00
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	21.00
Muro sur	2.200	1480.00	0.60	21.00
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	21.00
Muro oeste	2.200	1389.47	0.60	21.00
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	21.00
				Qrc(W)=

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	1.55	503.14	32.00	1308.24
Tragaluz y domo				-898.41
Muro norte	2.94	743.64	20.00	-9768.00
Ventana norte	4.91	736.36	20.00	-15744.24
Muro este	3.30	471.31	22.00	-4443.40
Ventana este	4.91	650.76	21.00	-9549.26
Muro sur	3.02	703.81	21.00	-7814.40
Ventana sur	4.91	776.19	21.00	-12595.39
Muro oeste	2.93	1094.84	21.00	-7336.40
Ventana oeste	4.91	294.63	21.00	-11824.95
				Qpc(W)=

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	Fracción	FG W/m²
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	272
Ventana norte	1	1480.00	0.40	102
Ventana este	1	1122.07	0.40	140
Ventana sur	1	1480.00	0.40	114
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	134
				Qrs(W)=

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	FG W/m²	SE	CS*A*F*SE
Ventana norte	1.02	736.36	102	1.00	76610.89
Ventana este	1.02	650.76	140	0.98	91069.96
Ventana sur	1.02	776.19	114	0.96	86645.16
Ventana oeste	1.02	294.63	134	1.00	40270.03
				Qps(W)=	294596.04

Presupuesto Energético:

Edificio de Referencia
Edificio Proyectado

Qc(W)

-78666.21
-83335.02

Qs(W)

270999.81
294596.04

Q(W)

192333.60
211261.02

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación del Distrito Federal.

Vidrio: claro 3 mm Ref. Fabricante "Saint Gobain"

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: claro 3 mm Muestra del Fabricante "Saint Gobain"

Lugar: Distrito Federal.

Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	Fracción	t=25°C Te (°C)
Techo	0.391	503.14	0.95	32.00
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	19.00
Muro norte	2.200	1480.00	0.60	20.00
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	20.00
Muro este	2.200	1122.07	0.60	22.00
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	21.00
Muro sur	2.200	1480.00	0.60	21.00
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	21.00
Muro oeste	2.200	1389.47	0.60	21.00
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	21.00
				Qrc(W)=

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	1.55	503.14	32.00	1308.24
Tragaluz y domo				-898.41
Muro norte	2.94	743.64	20.00	-9768.00
Ventana norte	4.88	736.36	20.00	-17979.98
Muro este	3.30	471.31	22.00	-4665.97
Ventana este	4.88	650.76	21.00	-12711.88
Muro sur	3.02	703.81	21.00	-8502.02
Ventana sur	4.88	776.19	21.00	-15162.02
Muro oeste	2.93	1094.84	21.00	-12831.52
Ventana oeste	4.88	294.63	21.00	-5755.27
				Qpc(W)=

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	Fracción	FG W/m²
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	272
Ventana norte	1	1480.00	0.40	102
Ventana este	1	1122.07	0.40	140
Ventana sur	1	1480.00	0.40	114
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	134
				Qrs(W)=

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	FG W/m²	SE	CS*A*F*SE
Ventana norte	1.01	736.36	102	1.00	75859.81
Ventana este	1.01	650.76	140	0.98	90177.11
Ventana sur	1.01	776.19	114	0.96	85795.70
Ventana oeste	1.01	294.63	134	1.00	39875.22
				Qps(W)=	291707.84

Presupuesto Energético:

Edificio de Referencia
Edificio Proyectado

Qc(W)

-78666.21
-83081.10

Qs(W)

270999.81
291707.84

Q(W)

192333.60
208626.74

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación del Distrito Federal.

Vidrio: claro 3 mm Muestra del Fabricante "Saint Gobain"

ANEXO A

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: claro 3 mm Muestra del Distribuidor Mayoritario 1 "Saint Gobain"

Lugar: Distrito Federal.

Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² °C)	Area (m ²)	Fración	t=25°C Te (°C)
Techo	0.391	503.14	0.95	32.00
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	19.00
Muro norte	2.200	1480.00	0.60	20.00
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	20.00
Muro este	2.200	1122.07	0.60	22.00
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	21.00
Muro sur	2.200	1480.00	0.60	21.00
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	21.00
Muro oeste	2.200	1389.47	0.60	21.00
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	21.00
				Qrc(W)=

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² °C)	Area (m ²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	1.55	503.14	32.00	1308.24
Tragaluz y domo				-898.41
Muro norte	2.94	743.64	20.00	-9768.00
Ventana norte	4.88	736.36	20.00	-15744.24
Muro este	3.30	471.31	22.00	-4443.40
Ventana este	4.88	650.76	21.00	-9549.26
Muro sur	3.02	703.81	21.00	-7814.40
Ventana sur	4.88	776.19	21.00	-12595.39
Muro oeste	2.93	1094.84	21.00	-7336.40
Ventana oeste	4.88	294.63	21.00	-11824.95
				Qpc(W)=

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	Fración	FG W/m ²
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	272
Ventana norte	1	1480.00	0.40	102
Ventana este	1	1122.07	0.40	140
Ventana sur	1	1480.00	0.40	114
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	134
				Qrs(W)=

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	FG W/m ²	SE	CS*A*F*SE
Ventana norte	1	736.36	102	1.00	75108.72
Ventana este	1	650.76	140	0.98	89284.27
Ventana sur	1	776.19	114	0.96	84946.23
Ventana oeste	1	294.63	134	1.00	39480.42
				Qps(W)=	288819.65

Presupuesto Energético:

	Qc(W)	Qs(W)	Q(W)
Edificio de Referencia	-78666.21	270999.81	192333.60
Edificio Proyectado	-83081.10	288819.65	205738.55

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación del Distrito Federal.

Vidrio: claro 3 mm Muestra del Distribuidor Mayoritario 1 "Saint Gobain"

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: claro 3 mm Muestra del Distribuidor Mayoritario 2 "Saint Gobain"

Lugar: Distrito Federal.

Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² °C)	Area (m ²)	Fración	t=25°C Te (°C)
Techo	0.391	503.14	0.95	32.00
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	19.00
Muro norte	2.200	1480.00	0.60	20.00
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	20.00
Muro este	2.200	1122.07	0.60	22.00
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	21.00
Muro sur	2.200	1480.00	0.60	21.00
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	21.00
Muro oeste	2.200	1389.47	0.60	21.00
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	21.00
				Qrc(W)=

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² °C)	Area (m ²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	1.55	503.14	32.00	1308.24
Tragaluz y domo				-898.41
Muro norte	2.94	743.64	20.00	-9768.00
Ventana norte	4.88	736.36	20.00	-15744.24
Muro este	3.30	471.31	22.00	-4443.40
Ventana este	4.88	650.76	21.00	-9549.26
Muro sur	3.02	703.81	21.00	-7814.40
Ventana sur	4.88	776.19	21.00	-12595.39
Muro oeste	2.93	1094.84	21.00	-7336.40
Ventana oeste	4.88	294.63	21.00	-11824.95
				Qpc(W)=

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	Fración	FG W/m ²
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	272
Ventana norte	1	1480.00	0.40	102
Ventana este	1	1122.07	0.40	140
Ventana sur	1	1480.00	0.40	114
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	134
				Qrs(W)=

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	FG W/m ²	SE	CS*A*F*SE
Ventana norte	0.92	736.36	102	1.00	69100.02
Ventana este	0.92	650.76	140	0.98	82141.53
Ventana sur	0.92	776.19	114	0.96	78150.53
Ventana oeste	0.92	294.63	134	1.00	36321.99
				Qps(W)=	265714.07

Presupuesto Energético:

	Qc(W)	Qs(W)	Q(W)
Edificio de Referencia	-78666.21	270999.81	192333.60
Edificio Proyectado	-83081.10	265714.07	182632.98

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación del Distrito Federal.

Vidrio: claro 3 mm Muestra del Distribuidor Mayoritario 2 "Saint Gobain"

ANEXO A

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: claro 6 mm Referencia del Fabricante "Vidro"

Lugar: Distrito Federal.
Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:					EDIFICIO PROYECTADO:					K=	4.84954	CS=	0.97
Ganancia por conducción					Ganancia por conducción								
Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	Fracción	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)	Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)			
Techo	0.391	503.14	0.95	32.00	1308.24	Techo	1.55	503.14	32.00	5459.07			
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	19.00	-898.41	Tragaluz y domo							
Muro norte	2.200	1480.00	0.60	20.00	-9768.00	Muro norte	2.94	743.64	20.00	-10931.51			
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	20.00	-15744.24	Ventana norte	4.85	736.36	20.00	-17855.04			
Muro este	2.200	1122.07	0.60	22.00	-4443.40	Muro este	3.30	471.31	22.00	-4665.97			
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	21.00	-9549.26	Ventana este	4.85	650.76	21.00	-12623.55			
Muro sur	2.200	1480.00	0.60	21.00	-7814.40	Muro sur	3.02	703.81	21.00	-8502.02			
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	21.00	-12595.39	Ventana sur	4.85	776.19	21.00	-15056.66			
Muro oeste	2.200	1389.47	0.60	21.00	-7336.40	Muro oeste	2.93	1094.84	21.00	-12831.52			
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	21.00	-11824.95	Ventana oeste	4.85	294.63	21.00	-5715.28			
(a) Qrc(W)=					-78666.21	(c) Qpc(W)=					-82722.48		
Ganancia por radiación					Ganancia por radiación								
Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	Fracción	FG W/m²	CS*A*F*FG	Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	FG W/m²	SE	CS*A*F*SE		
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	272	5816.30	Tragaluz y domo	0.97	503.14	272				
Ventana norte	1	1480.00	0.40	102	60384.00	Ventana norte	0.97	736.36	102	1.00	72855.46		
Ventana este	1	1122.07	0.40	140	62835.92	Ventana este	0.97	650.76	140	0.98	86605.74		
Ventana sur	1	1480.00	0.40	114	67488.00	Ventana sur	0.97	776.19	114	0.96	82397.85		
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	134	74475.59	Ventana oeste	0.97	294.63	134	1.00	38296.01		
(b) Qrs(W)=					270999.81	(d) Qps(W)=					280155.06		
Presupuesto Energético:					Qc(W)	Qs(W)	Q(W)						
Edificio de Referencia					-78666.21	270999.81	192333.60						
Edificio Proyectado					-82722.48	280155.06	197432.57						

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación del Distrito Federal.

Vidrio: claro 6 mm Referencia del Fabricante "Vidro"

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: claro 6 mm Muestra del Fabricante "Vidro"

Lugar: Distrito Federal.
Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:					EDIFICIO PROYECTADO:								
Ganancia por conducción					Ganancia por conducción								
Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	Fracción	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)	Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)			
Techo	0.391	503.14	0.95	32.00	1308.24	Techo	1.55	503.14	32.00	5459.07			
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	19.00	-898.41	Tragaluz y domo							
Muro norte	2.200	1480.00	0.60	20.00	-9768.00	Muro norte	2.94	743.64	20.00	-10931.51			
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	20.00	-15744.24	Ventana norte	4.80	736.36	20.00	-17683.74			
Muro este	2.200	1122.07	0.60	22.00	-4443.40	Muro este	3.30	471.31	22.00	-4665.97			
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	21.00	-9549.26	Ventana este	4.80	650.76	21.00	-12502.44			
Muro sur	2.200	1480.00	0.60	21.00	-7814.40	Muro sur	3.02	703.81	21.00	-8502.02			
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	21.00	-12595.39	Ventana sur	4.80	776.19	21.00	-14912.21			
Muro oeste	2.200	1389.47	0.60	21.00	-7336.40	Muro oeste	2.93	1094.84	21.00	-12831.52			
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	21.00	-11824.95	Ventana oeste	4.80	294.63	21.00	-5660.45			
Qrc(W)=					-78666.21	Qpc(W)=					-82230.80		
Ganancia por radiación					Ganancia por radiación								
Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	Fracción	FG W/m²	CS*A*F*FG	Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	FG W/m²	SE	CS*A*F*SE		
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	272	5816.30	Tragaluz y domo	0.95	503.14	272				
Ventana norte	1	1480.00	0.40	102	60384.00	Ventana norte	0.95	736.36	102	1.00	71353.28		
Ventana este	1	1122.07	0.40	140	62835.92	Ventana este	0.95	650.76	140	0.98	84820.06		
Ventana sur	1	1480.00	0.40	114	67488.00	Ventana sur	0.95	776.19	114	0.96	80698.92		
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	134	74475.59	Ventana oeste	0.95	294.63	134	1.00	37506.40		
Qrs(W)=					270999.81	Qps(W)=					274378.66		
Presupuesto Energético:					Qc(W)	Qs(W)	Q(W)						
Edificio de Referencia					-78666.21	270999.81	192333.60						
Edificio Proyectado					-82230.80	274378.66	192147.87						

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación del Distrito Federal.

Vidrio: claro 6 mm Muestra del Fabricante "Vidro"

ANEXO A

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: claro 6 mm Muestra del Distribuidor Mayoritario 1 "Vitro"

Lugar: Distrito Federal.

Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² °C)	Area (m ²)	Fracción	t=25°C Te (°C)
Techo	0.391	503.14	0.95	32.00
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	19.00
Muro norte	2.200	1480.00	0.60	20.00
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	20.00
Muro este	2.200	1122.07	0.60	22.00
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	21.00
Muro sur	2.200	1480.00	0.60	21.00
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	21.00
Muro oeste	2.200	1389.47	0.60	21.00
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	21.00

Qrc(W)=

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² °C)	Area (m ²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	1.55	503.14	32.00	1308.24
Tragaluz y domo	2.94	743.64	20.00	-898.41
Muro norte	2.94	743.64	20.00	-9768.00
Ventana norte	4.80	736.36	20.00	-15744.24
Muro este	3.30	471.31	22.00	-4443.40
Ventana este	4.80	650.76	21.00	-9549.26
Muro sur	3.02	703.81	21.00	-7814.40
Ventana sur	4.80	776.19	21.00	-12595.39
Muro oeste	2.93	1094.84	21.00	-7336.40
Ventana oeste	4.80	294.63	21.00	-11824.95

Qpc(W)=

K= 4.803015 CS= 0.92

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	Fracción	FG W/m ²
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	272
Ventana norte	1	1480.00	0.40	102
Ventana este	1	1122.07	0.40	140
Ventana sur	1	1480.00	0.40	114
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	134

Qrs(W)=

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	FG W/m ²	SE	CS*A*F*SE
Ventana norte	0.92	736.36	102	1.00	69100.02
Ventana este	0.92	650.76	140	0.98	82141.53
Ventana sur	0.92	776.19	114	0.96	78150.53
Ventana oeste	0.92	294.63	134	1.00	36321.99

Qps(W)=

Presupuesto Energético:

Edificio de Referencia

Edificio Proyectado

Qc(W)

-78666.21

-82230.80

Qs(W)

270999.81

265714.07

Q(W)

192333.60

183483.28

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación del Distrito Federal.

Vidrio: claro 6 mm Muestra del Distribuidor Mayoritario 1 "Vitro"

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: claro 6 mm Muestra del Distribuidor Mayoritario 2 "Vitro"

Lugar: Distrito Federal.

Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² °C)	Area (m ²)	Fracción	t=25°C Te (°C)
Techo	0.391	503.14	0.95	32.00
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	19.00
Muro norte	2.200	1480.00	0.60	20.00
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	20.00
Muro este	2.200	1122.07	0.60	22.00
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	21.00
Muro sur	2.200	1480.00	0.60	21.00
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	21.00
Muro oeste	2.200	1389.47	0.60	21.00
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	21.00

Qrc(W)=

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² °C)	Area (m ²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	1.55	503.14	32.00	1308.24
Tragaluz y domo	2.94	743.64	20.00	-898.41
Muro norte	2.94	743.64	20.00	-9768.00
Ventana norte	4.80	736.36	20.00	-15744.24
Muro este	3.30	471.31	22.00	-4443.40
Ventana este	4.80	650.76	21.00	-9549.26
Muro sur	3.02	703.81	21.00	-7814.40
Ventana sur	4.80	776.19	21.00	-12595.39
Muro oeste	2.93	1094.84	21.00	-7336.40
Ventana oeste	4.80	294.63	21.00	-11824.95

Qpc(W)=

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	Fracción	FG W/m ²
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	272
Ventana norte	1	1480.00	0.40	102
Ventana este	1	1122.07	0.40	140
Ventana sur	1	1480.00	0.40	114
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	134

Qrs(W)=

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	FG W/m ²	SE	CS*A*F*SE
Ventana norte	0.92	736.36	102	1.00	69100.02
Ventana este	0.92	650.76	140	0.98	82141.53
Ventana sur	0.92	776.19	114	0.96	78150.53
Ventana oeste	0.92	294.63	134	1.00	36321.99

Qps(W)=

Presupuesto Energético:

Edificio de Referencia

Edificio Proyectado

Qc(W)

-78666.21

-82230.80

Qs(W)

270999.81

265714.07

Q(W)

192333.60

183483.28

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación del Distrito Federal.

Vidrio: claro 6 mm Muestra del Distribuidor Mayoritario 2 "Vitro"

ANEXO A

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: claro 6 mm Referencia del Fabricante "Saint Gobain"

Lugar: Distrito Federal.

Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	Fracción	t=25°C Te (°C)
Techo	0.391	503.14	0.95	32.00
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	19.00
Muro norte	2.200	1480.00	0.60	20.00
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	20.00
Muro este	2.200	1122.07	0.60	22.00
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	21.00
Muro sur	2.200	1480.00	0.60	21.00
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	21.00
Muro oeste	2.200	1389.47	0.60	21.00
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	21.00
				Qrc(W)=

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	Fracción	FG W/m²
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	272
Ventana norte	1	1480.00	0.40	102
Ventana este	1	1122.07	0.40	140
Ventana sur	1	1480.00	0.40	114
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	134
				Qrs(W)=

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	1.55	503.14	32.00	1308.24
Tragaluz y domo				-898.41
Muro norte	2.94	743.64	20.00	-9768.00
Ventana norte	4.84	736.36	20.00	-15744.24
Muro este	3.30	471.31	22.00	-4443.40
Ventana este	4.84	650.76	21.00	-9549.26
Muro sur	3.02	703.81	21.00	-7814.40
Ventana sur	4.84	776.19	21.00	-12595.39
Muro oeste	2.93	1094.84	21.00	-7336.40
Ventana oeste	4.84	294.63	21.00	-11824.95
				Qpc(W)=

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	FG W/m²	SE	CS*A*F*SE
Tragaluz y domo					5816.30
Ventana norte	0.98	736.36	102	1.00	60384.00
Ventana este	0.98	650.76	140	0.98	62835.92
Ventana sur	0.98	776.19	114	0.96	67488.00
Ventana oeste	0.98	294.63	134	1.00	74475.59
					Qrs(W)=

Presupuesto Energético:	Qc(W)	Qs(W)	Q(W)
Edificio de Referencia	-78666.21	270999.81	192333.60
Edificio Proyectado	-82613.90	283043.25	200429.35

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación del Distrito Federal.

Vidrio: claro 6 mm Referencia del Fabricante "Saint Gobain"

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: claro 6 mm Muestra del Fabricante "Saint Gobain"

Lugar: Distrito Federal.

Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	Fracción	t=25°C Te (°C)
Techo	0.391	503.14	0.95	32.00
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	19.00
Muro norte	2.200	1480.00	0.60	20.00
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	20.00
Muro este	2.200	1122.07	0.60	22.00
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	21.00
Muro sur	2.200	1480.00	0.60	21.00
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	21.00
Muro oeste	2.200	1389.47	0.60	21.00
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	21.00
				Qrc(W)=

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	Fracción	FG W/m²
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	272
Ventana norte	1	1480.00	0.40	102
Ventana este	1	1122.07	0.40	140
Ventana sur	1	1480.00	0.40	114
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	134
				Qrs(W)=

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	1.55	503.14	32.00	1308.24
Tragaluz y domo				-898.41
Muro norte	2.94	743.64	20.00	-9768.00
Ventana norte	4.80	736.36	20.00	-17654.48
Muro este	3.30	471.31	22.00	-4665.97
Ventana este	4.80	650.76	21.00	-12481.76
Muro sur	3.02	703.81	21.00	-8502.02
Ventana sur	4.80	776.19	21.00	-14887.54
Muro oeste	2.93	1094.84	21.00	-12831.52
Ventana oeste	4.80	294.63	21.00	-5651.08
				Qpc(W)=

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	FG W/m²	SE	CS*A*F*SE
Tragaluz y domo					5816.30
Ventana norte	0.98	736.36	102	1.00	60384.00
Ventana este	0.98	650.76	140	0.98	62835.92
Ventana sur	0.98	776.19	114	0.96	67488.00
Ventana oeste	0.98	294.63	134	1.00	74475.59
					Qrs(W)=

Presupuesto Energético:	Qc(W)	Qs(W)	Q(W)
Edificio de Referencia	-78666.21	270999.81	192333.60
Edificio Proyectado	-82146.82	283043.25	200896.43

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación del Distrito Federal.

Vidrio: claro 6 mm Muestra del Fabricante "Saint Gobain"

ANEXO A

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: claro 6 mm Muestra del Distribuidor Mayoritario 1 "Saint Gobain"

Lugar: Distrito Federal.

Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	Fracción	t=25°C Te (°C)
Techo	0.391	503.14	0.95	32.00
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	19.00
Muro norte	2.200	1480.00	0.60	20.00
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	20.00
Muro este	2.200	1122.07	0.60	22.00
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	21.00
Muro sur	2.200	1480.00	0.60	21.00
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	21.00
Muro oeste	2.200	1389.47	0.60	21.00
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	21.00

Qrc(W)=

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	Fracción	FG W/m²
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	272
Ventana norte	1	1480.00	0.40	102
Ventana este	1	1122.07	0.40	140
Ventana sur	1	1480.00	0.40	114
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	134

Qrs(W)=

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	1.55	503.14	32.00	1308.24
Tragaluz y domo				-898.41
Muro norte	2.94	743.64	20.00	-9768.00
Ventana norte	4.80	736.36	20.00	-15744.24
Muro este	3.30	471.31	22.00	-4443.40
Ventana este	4.80	650.76	21.00	-9549.26
Muro sur	3.02	703.81	21.00	-7814.40
Ventana sur	4.80	776.19	21.00	-12595.39
Muro oeste	2.93	1094.84	21.00	-7336.40
Ventana oeste	4.80	294.63	21.00	-11824.95

K= 4.795069 CS= 0.93

Qpc(W)=

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	FG W/m²	SE	CS*A*F*SE
Tragaluz y domo	0.85	503.14	272		5816.30
Ventana norte	0.93	736.36	102	1.00	60384.00
Ventana este	0.93	650.76	140	0.98	62835.92
Ventana sur	0.93	776.19	114	0.96	67488.00
Ventana oeste	0.93	294.63	134	1.00	74475.59

Qps(W)=

Presupuesto Energético:

Edificio de Referencia

Edificio Proyectado

Qc(W)

-78666.21

-82146.82

Qs(W)

270999.81

268602.27

Q(W)

192333.60

186455.45

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación del Distrito Federal.

Vidrio: claro 6 mm Muestra del Distribuidor Mayoritario 1 "Saint Gobain"

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: claro 6 mm Muestra del Distribuidor Mayoritario 2 "Saint Gobain"

Lugar: Distrito Federal.

Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	Fracción	t=25°C Te (°C)
Techo	0.391	503.14	0.95	32.00
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	19.00
Muro norte	2.200	1480.00	0.60	20.00
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	20.00
Muro este	2.200	1122.07	0.60	22.00
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	21.00
Muro sur	2.200	1480.00	0.60	21.00
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	21.00
Muro oeste	2.200	1389.47	0.60	21.00
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	21.00

Qrc(W)=

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	Fracción	FG W/m²
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	272
Ventana norte	1	1480.00	0.40	102
Ventana este	1	1122.07	0.40	140
Ventana sur	1	1480.00	0.40	114
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	134

Qrs(W)=

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	1.55	503.14	32.00	1308.24
Tragaluz y domo				-898.41
Muro norte	2.94	743.64	20.00	-9768.00
Ventana norte	4.80	736.36	20.00	-15744.24
Muro este	3.30	471.31	22.00	-4443.40
Ventana este	4.80	650.76	21.00	-9549.26
Muro sur	3.02	703.81	21.00	-7814.40
Ventana sur	4.80	776.19	21.00	-12595.39
Muro oeste	2.93	1094.84	21.00	-7336.40
Ventana oeste	4.80	294.63	21.00	-11824.95

Qpc(W)=

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	FG W/m²	SE	CS*A*F*SE
Tragaluz y domo	0.85	503.14	272		5816.30
Ventana norte	0.96	736.36	102	1.00	60384.00
Ventana este	0.96	650.76	140	0.98	62835.92
Ventana sur	0.96	776.19	114	0.96	67488.00
Ventana oeste	0.96	294.63	134	1.00	74475.59

Qps(W)=

Presupuesto Energético:

Edificio de Referencia

Edificio Proyectado

Qc(W)

-78666.21

-82146.82

Qs(W)

270999.81

277266.86

Q(W)

192333.60

195120.04

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación del Distrito Federal.

Vidrio: claro 6 mm Muestra del Distribuidor Mayoritario 2 "Saint Gobain"

ANEXO A

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: con tinte 6 mm Referencia del Fabricante "Vitro"

Lugar: Distrito Federal.

Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² C)	Area (m ²)	Fracción	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	0.391	503.14	0.95	32.00	1308.24
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	19.00	-898.41
Muro norte	2.200	1480.00	0.60	20.00	-9768.00
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	20.00	-15744.24
Muro este	2.200	1122.07	0.60	22.00	-4443.40
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	21.00	-9549.26
Muro sur	2.200	1480.00	0.60	21.00	-7814.40
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	21.00	-12595.39
Muro oeste	2.200	1389.47	0.60	21.00	-7336.40
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	21.00	-11824.95
					Qrc(W)= -78666.21

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	Fracción	FG W/m ²	CS*A*F*FG
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	272	5816.30
Ventana norte	1	1480.00	0.40	102	60384.00
Ventana este	1	1122.07	0.40	140	62835.92
Ventana sur	1	1480.00	0.40	114	67488.00
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	134	74475.59
					Qrs(W)= 270999.81

Presupuesto Energético: Qc(W)

Edificio de Referencia -78666.21

Edificio Proyectado -82722.48

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² C)	Area (m ²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)	
Techo	1.55	503.14	32.00	5459.07	
Tragaluz y domo	1.55	503.14	32.00	5459.07	
Muro norte	2.94	743.64	20.00	-10931.51	
Ventana norte	4.85	736.36	20.00	-17855.04	
Muro este	3.30	471.31	22.00	-4665.97	
Ventana este	4.85	650.76	21.00	-12623.55	
Muro sur	3.02	703.81	21.00	-8502.02	
Ventana sur	4.85	776.19	21.00	-15056.66	
Muro oeste	2.93	1094.84	21.00	-12831.52	
Ventana oeste	4.85	294.63	21.00	-5715.28	
					Qpc(W)= -82722.48

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	FG W/m ²	SE	CS*A*F*SE
Tragaluz y domo	0.69	503.14	272	1.00	5816.30
Ventana norte	0.69	736.36	102	0.98	51825.02
Ventana este	0.69	650.76	140	0.98	61606.15
Ventana sur	0.69	776.19	114	0.96	58612.90
Ventana oeste	0.69	294.63	134	1.00	27241.49
					Qps(W)= 199285.56

Presupuesto Energético: Qs(W)

Edificio de Referencia 270999.81

Edificio Proyectado 199285.56

Q(W)

192333.60

116563.07

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación del Distrito Federal.

Vidrio: con tinte 6 mm Referencia del Fabricante "Vitro"

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: con tinte 6 mm Muestra del Fabricante "Vitro"

Lugar: Distrito Federal.

Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² C)	Area (m ²)	Fracción	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	0.391	503.14	0.95	32.00	1308.24
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	19.00	-898.41
Muro norte	2.200	1480.00	0.60	20.00	-9768.00
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	20.00	-15744.24
Muro este	2.200	1122.07	0.60	22.00	-4443.40
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	21.00	-9549.26
Muro sur	2.200	1480.00	0.60	21.00	-7814.40
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	21.00	-12595.39
Muro oeste	2.200	1389.47	0.60	21.00	-7336.40
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	21.00	-11824.95
					Qrc(W)= -78666.21

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	Fracción	FG W/m ²	CS*A*F*FG
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	272	5816.30
Ventana norte	1	1480.00	0.40	102	60384.00
Ventana este	1	1122.07	0.40	140	62835.92
Ventana sur	1	1480.00	0.40	114	67488.00
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	134	74475.59
					Qrs(W)= 270999.81

Presupuesto Energético: Qc(W)

Edificio de Referencia -78666.21

Edificio Proyectado -82249.52

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² C)	Area (m ²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)	
Techo	1.55	503.14	32.00	5459.07	
Tragaluz y domo	1.55	503.14	32.00	5459.07	
Muro norte	2.94	743.64	20.00	-10931.51	
Ventana norte	4.80	736.36	20.00	-17690.26	
Muro este	3.30	471.31	22.00	-4665.97	
Ventana este	4.80	650.76	21.00	-12507.05	
Muro sur	3.02	703.81	21.00	-8502.02	
Ventana sur	4.80	776.19	21.00	-14917.71	
Muro oeste	2.93	1094.84	21.00	-12831.52	
Ventana oeste	4.80	294.63	21.00	-5662.54	
					Qpc(W)= -82249.52

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	FG W/m ²	SE	CS*A*F*SE
Tragaluz y domo	0.67	503.14	272	1.00	5816.30
Ventana norte	0.67	736.36	102	0.98	50322.84
Ventana este	0.67	650.76	140	0.98	59820.46
Ventana sur	0.67	776.19	114	0.96	56913.98
Ventana oeste	0.67	294.63	134	1.00	26451.88
					Qps(W)= 193509.16

Presupuesto Energético: Qs(W)

Edificio de Referencia 270999.81

Edificio Proyectado 193509.16

Q(W)

192333.60

111259.65

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación del Distrito Federal.

Vidrio: con tinte 6 mm Muestra del Fabricante "Vitro"

ANEXO A

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Lugar: Distrito Federal.
Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

Material transparente: Vidrio: con tinte 6 mm del Distribuidor Mayoritario 1 del Fabricante "Vidro"

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción			
Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	Fracción
Techo	0.391	503.14	0.95
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05
Muro norte	2.200	1480.00	0.60
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40
Muro este	2.200	1122.07	0.60
Ventana este	5.319	1122.07	0.40
Muro sur	2.200	1480.00	0.60
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40
Muro oeste	2.200	1389.47	0.60
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40
			Qrc(W)=

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	Fracción	FG W/m²
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	272
Ventana norte	1	1480.00	0.40	102
Ventana este	1	1122.07	0.40	140
Ventana sur	1	1480.00	0.40	114
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	134
				Qrs(W)=

Presupuesto Energético:

Edificio de Referencia
Edificio Proyectado

Qc(W)

-78666.21
-82249.52

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción			
Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	Fracción
Techo	1.55	503.14	0.95
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05
Muro norte	2.94	743.64	0.60
Ventana norte	4.80	736.36	0.40
Muro este	3.30	471.31	0.60
Ventana este	4.80	650.76	0.40
Muro sur	3.02	703.81	0.60
Ventana sur	4.80	776.19	0.40
Muro oeste	2.93	1094.84	0.60
Ventana oeste	4.80	294.63	0.40
			Qpc(W)=

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	Fracción	FG W/m²	SE	CS*A*F*SE
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	272		5816.30
Ventana norte	0.68	736.36	0.40	102	1.00	51073.93
Ventana este	0.68	650.76	0.40	140	0.98	60713.30
Ventana sur	0.68	776.19	0.40	114	0.96	57763.44
Ventana oeste	0.68	294.63	0.40	134	1.00	26846.69
						Qps(W)=

Qs(W)

270999.81
196397.36

Q(W)

192333.60
114147.84

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación del Distrito Federal.

Vidrio: con tinte 6 mm del Distribuidor Mayoritario 1 del Fabricante "Vidro"

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Lugar: Distrito Federal.
Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

Material transparente: Vidrio: con tinte 6 mm del Distribuidor Mayoritario 2 del Fabricante "Vidro"

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción			
Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	Fracción
Techo	0.391	503.14	0.95
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05
Muro norte	2.200	1480.00	0.60
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40
Muro este	2.200	1122.07	0.60
Ventana este	5.319	1122.07	0.40
Muro sur	2.200	1480.00	0.60
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40
Muro oeste	2.200	1389.47	0.60
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40
			Qrc(W)=

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	Fracción	FG W/m²
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	272
Ventana norte	1	1480.00	0.40	102
Ventana este	1	1122.07	0.40	140
Ventana sur	1	1480.00	0.40	114
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	134
				Qrs(W)=

Presupuesto Energético:

Edificio de Referencia
Edificio Proyectado

Qc(W)

-78666.21
-82249.52

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción			
Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	Fracción
Techo	1.55	503.14	0.95
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05
Muro norte	2.94	743.64	0.60
Ventana norte	4.80	736.36	0.40
Muro este	3.30	471.31	0.60
Ventana este	4.80	650.76	0.40
Muro sur	3.02	703.81	0.60
Ventana sur	4.80	776.19	0.40
Muro oeste	2.93	1094.84	0.60
Ventana oeste	4.80	294.63	0.40
			Qpc(W)=

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	Fracción	FG W/m²	SE	CS*A*F*SE
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	272		5816.30
Ventana norte	0.68	736.36	0.40	102	1.00	51073.93
Ventana este	0.68	650.76	0.40	140	0.98	60713.30
Ventana sur	0.68	776.19	0.40	114	0.96	57763.44
Ventana oeste	0.68	294.63	0.40	134	1.00	26846.69
						Qps(W)=

Qs(W)

270999.81
196397.36

Q(W)

192333.60
114147.84

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación del Distrito Federal.

Vidrio: con tinte 6 mm del Distribuidor Mayoritario 2 del Fabricante "Vidro"

ANEXO A

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: con tinte 6 mm Referencia del Fabricante "Saint Gobain"

Lugar: Distrito Federal.

Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

U Ref.=6.30 U Ref.: ilógico s/k CS= 0.66

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	Fración	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	0.391	503.14	0.95	32.00	1308.24
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	19.00	-898.41
Muro norte	2.200	1480.00	0.60	20.00	-9768.00
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	20.00	-15744.24
Muro este	2.200	1122.07	0.60	22.00	-4443.40
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	21.00	-9549.26
Muro sur	2.200	1480.00	0.60	21.00	-7814.40
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	21.00	-12595.39
Muro oeste	2.200	1389.47	0.60	21.00	-7336.40
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	21.00	-11824.95
					Qrc(W)= -78666.21

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	Fración	FG W/m²	CS*A*F*FG
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	272	5816.30
Ventana norte	1	1480.00	0.40	102	60384.00
Ventana este	1	1122.07	0.40	140	62835.92
Ventana sur	1	1480.00	0.40	114	67488.00
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	134	74475.59
					Qrs(W)= 270999.81

Presupuesto Energético: Qc(W)

Edificio de Referencia -78666.21

Edificio Projectado -31471.96

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)	
Techo	1.55	503.14	32.00	5459.07	
Tragaluz y domo	1.55	503.14	32.00	5459.07	
Muro norte	2.94	743.64	20.00	-10931.51	
Ventana norte	0.00	736.36	20.00	0.00	
Muro este	3.30	471.31	22.00	-4665.97	
Ventana este	0.00	650.76	21.00	0.00	
Muro sur	3.02	703.81	21.00	-8502.02	
Ventana sur	0.00	776.19	21.00	0.00	
Muro oeste	2.93	1094.84	21.00	-12831.52	
Ventana oeste	0.00	294.63	21.00	0.00	
					Qpc(W)= -31471.96

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	FG W/m²	SE	CS*A*F*SE
Tragaluz y domo	0.85	503.14	272	0.98	5816.30
Ventana norte	0.66	736.36	102	1.00	49571.76
Ventana este	0.66	650.76	140	0.98	58927.62
Ventana sur	0.66	776.19	114	0.96	56064.51
Ventana oeste	0.66	294.63	134	1.00	26057.08
					Qps(W)= 190620.97

Presupuesto Energético: Qs(W)

Edificio de Referencia 270999.81

Edificio Projectado 190620.97

Q(W)

192333.60

159149.01

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación del Distrito Federal.

Vidrio: con tinte 6 mm Referencia del Fabricante "Saint Gobain"

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: con tinte 6 mm Referencia del Fabricante "Saint Gobain"

Lugar: Distrito Federal.

Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

U Ref.=6.30 U Ref.: ilógico s/k CS= 0.66

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	Fración	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	0.391	503.14	0.95	32.00	1308.24
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	19.00	-898.41
Muro norte	2.200	1480.00	0.60	20.00	-9768.00
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	20.00	-15744.24
Muro este	2.200	1122.07	0.60	22.00	-4443.40
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	21.00	-9549.26
Muro sur	2.200	1480.00	0.60	21.00	-7814.40
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	21.00	-12595.39
Muro oeste	2.200	1389.47	0.60	21.00	-7336.40
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	21.00	-11824.95
					Qrc(W)= -78666.21

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	Fración	FG W/m²	CS*A*F*FG
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	272	5816.30
Ventana norte	1	1480.00	0.40	102	60384.00
Ventana este	1	1122.07	0.40	140	62835.92
Ventana sur	1	1480.00	0.40	114	67488.00
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	134	74475.59
					Qrs(W)= 270999.81

Presupuesto Energético: Qc(W)

Edificio de Referencia -78666.21

Edificio Projectado -31471.96

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)	
Techo	1.55	503.14	32.00	5459.07	
Tragaluz y domo	1.55	503.14	32.00	5459.07	
Muro norte	2.94	743.64	20.00	-10931.51	
Ventana norte	0.00	736.36	20.00	0.00	
Muro este	3.30	471.31	22.00	-4665.97	
Ventana este	0.00	650.76	21.00	0.00	
Muro sur	3.02	703.81	21.00	-8502.02	
Ventana sur	0.00	776.19	21.00	0.00	
Muro oeste	2.93	1094.84	21.00	-12831.52	
Ventana oeste	0.00	294.63	21.00	0.00	
					Qpc(W)= -31471.96

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	FG W/m²	SE	CS*A*F*SE
Tragaluz y domo	0.85	503.14	272	0.98	5816.30
Ventana norte	0.66	736.36	102	1.00	49571.76
Ventana este	0.66	650.76	140	0.98	58927.62
Ventana sur	0.66	776.19	114	0.96	56064.51
Ventana oeste	0.66	294.63	134	1.00	26057.08
					Qps(W)= 190620.97

Presupuesto Energético: Qs(W)

Edificio de Referencia 270999.81

Edificio Projectado 190620.97

Q(W)

192333.60

159149.01

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación del Distrito Federal.

Vidrio: con tinte 6 mm Muestra del Fabricante "Saint Gobain"

ANEXO A

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: con tinte 6 mm Muestra del Distribuidor Mayoritario 1 "Saint Gobain"

Lugar: Distrito Federal.

Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	Fración	t=25°C Te (°C)
Techo	0.391	503.14	0.95	32.00
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	19.00
Muro norte	2.200	1480.00	0.60	20.00
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	20.00
Muro este	2.200	1122.07	0.60	22.00
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	21.00
Muro sur	2.200	1480.00	0.60	21.00
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	21.00
Muro oeste	2.200	1389.47	0.60	21.00
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	21.00

Qrc(W)=

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	1.55	503.14	32.00	1308.24
Tragaluz y domo				-898.41
Muro norte	2.94	743.64	20.00	-9768.00
Ventana norte	4.80	736.36	20.00	-15744.24
Muro este	3.30	471.31	22.00	-4443.40
Ventana este	4.80	650.76	21.00	-9549.26
Muro sur	3.02	703.81	21.00	-7814.40
Ventana sur	4.80	776.19	21.00	-12595.39
Muro oeste	2.93	1094.84	21.00	-7336.40
Ventana oeste	4.80	294.63	21.00	-11824.95

Qpc(W)=

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	Fración	FG (W/m²)
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	272
Ventana norte	1	1480.00	0.40	102
Ventana este	1	1122.07	0.40	140
Ventana sur	1	1480.00	0.40	114
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	134

Qrs(W)=

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	FG (W/m²)	SE	CS*A*F*SE
Ventana norte	0.67	736.36	102	1.00	50322.84
Ventana este	0.67	650.76	140	0.98	59820.46
Ventana sur	0.67	776.19	114	0.96	56913.98
Ventana oeste	0.67	294.63	134	1.00	26451.88

Qps(W)=

Presupuesto Energético:

Edificio de Referencia

Edificio Proyectado

Qc(W)

-78666.21

-82148.17

Qs(W)

270999.81

193509.16

Q(W)

192333.60

111360.99

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación del Distrito Federal.

Vidrio: con tinte 6 mm Muestra del Distribuidor Mayoritario 1 "Saint Gobain"

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: con tinte 6 mm Muestra del Distribuidor Mayoritario 2 "Saint Gobain"

Lugar: Distrito Federal.

Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	Fración	t=25°C Te (°C)
Techo	0.391	503.14	0.95	32.00
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	19.00
Muro norte	2.200	1480.00	0.60	20.00
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	20.00
Muro este	2.200	1122.07	0.60	22.00
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	21.00
Muro sur	2.200	1480.00	0.60	21.00
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	21.00
Muro oeste	2.200	1389.47	0.60	21.00
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	21.00

Qrc(W)=

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	1.55	503.14	32.00	1308.24
Tragaluz y domo				-898.41
Muro norte	2.94	743.64	20.00	-9768.00
Ventana norte	4.80	736.36	20.00	-15744.24
Muro este	3.30	471.31	22.00	-4443.40
Ventana este	4.80	650.76	21.00	-9549.26
Muro sur	3.02	703.81	21.00	-7814.40
Ventana sur	4.80	776.19	21.00	-12595.39
Muro oeste	2.93	1094.84	21.00	-7336.40
Ventana oeste	4.80	294.63	21.00	-11824.95

Qpc(W)=

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	Fración	FG (W/m²)
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	272
Ventana norte	1	1480.00	0.40	102
Ventana este	1	1122.07	0.40	140
Ventana sur	1	1480.00	0.40	114
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	134

Qrs(W)=

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	FG (W/m²)	SE	CS*A*F*SE
Ventana norte	0.68	736.36	102	1.00	51073.93
Ventana este	0.68	650.76	140	0.98	60713.30
Ventana sur	0.68	776.19	114	0.96	57763.44
Ventana oeste	0.68	294.63	134	1.00	26846.69

Qps(W)=

Presupuesto Energético:

Edificio de Referencia

Edificio Proyectado

Qc(W)

-78666.21

-82148.17

Qs(W)

270999.81

196397.36

Q(W)

192333.60

114249.19

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación del Distrito Federal.

Vidrio: con tinte 6 mm Muestra del Distribuidor Mayoritario 2 "Saint Gobain"

ANEXO A

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: Laminado 6+6 mm Ref. Fabricante "Vidro"

Lugar: Distrito Federal.

Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	Fración	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	0.391	503.14	0.95	32.00	1308.24
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	19.00	-898.41
Muro norte	2.200	1480.00	0.60	20.00	-9768.00
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	20.00	-15744.24
Muro este	2.200	1122.07	0.60	22.00	-4443.40
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	21.00	-9549.26
Muro sur	2.200	1480.00	0.60	21.00	-7814.40
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	21.00	-12595.39
Muro oeste	2.200	1389.47	0.60	21.00	-7336.40
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	21.00	-11824.95
					Qrc(W)= -78666.21

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	Fración	FG W/m²	CS*A*F*FG
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	272	5816.30
Ventana norte	1	1480.00	0.40	102	60384.00
Ventana este	1	1122.07	0.40	140	62835.92
Ventana sur	1	1480.00	0.40	114	67488.00
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	134	74475.59
					Qrs(W)= 270999.81

Presupuesto Energético:

Edificio de Referencia

Edificio Proyectado

Qc(W)

-78666.21

-82659.48

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)	
Techo	1.55	503.14	32.00	5459.07	
Tragaluz y domo	1.55	503.14	32.00	5459.07	
Muro norte	2.94	743.64	20.00	-10931.51	
Ventana norte	4.84	736.36	20.00	-17833.09	
Muro este	3.30	471.31	22.00	-4665.97	
Ventana este	4.84	650.76	21.00	-12608.03	
Muro sur	3.02	703.81	21.00	-8502.02	
Ventana sur	4.84	776.19	21.00	-15038.15	
Muro oeste	2.93	1094.84	21.00	-12831.52	
Ventana oeste	4.84	294.63	21.00	-5708.25	
					Qpc(W)= -82659.48

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	FG W/m²	SE	CS*A*F*SE
Tragaluz y domo	0.85	503.14	272	1.00	5816.30
Ventana norte	0.84	736.36	102	1.00	63091.32
Ventana este	0.84	650.76	140	0.98	74998.79
Ventana sur	0.84	776.19	114	0.96	71354.84
Ventana oeste	0.84	294.63	134	1.00	33163.55
					Qps(W)= 242608.50

Q(W)

192333.60

159949.02

CS s/Ref.Fabr.

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación del Distrito Federal.

Vidrio: Laminado 6+6 mm Ref. Fabricante "Vidro"

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: Laminado 3+3 mm Distribuidor Mayoritario 1 "Vidro"

Lugar: Distrito Federal.

Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	Fración	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	0.391	503.14	0.95	32.00	1308.24
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	19.00	-898.41
Muro norte	2.200	1480.00	0.60	20.00	-9768.00
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	20.00	-15744.24
Muro este	2.200	1122.07	0.60	22.00	-4443.40
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	21.00	-9549.26
Muro sur	2.200	1480.00	0.60	21.00	-7814.40
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	21.00	-12595.39
Muro oeste	2.200	1389.47	0.60	21.00	-7336.40
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	21.00	-11824.95
					Qrc(W)= -78666.21

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	Fración	FG W/m²	CS*A*F*FG
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	272	5816.30
Ventana norte	1	1480.00	0.40	102	60384.00
Ventana este	1	1122.07	0.40	140	62835.92
Ventana sur	1	1480.00	0.40	114	67488.00
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	134	74475.59
					Qrs(W)= 270999.81

Presupuesto Energético:

Edificio de Referencia

Edificio Proyectado

Qc(W)

-78666.21

-83186.88

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)	
Techo	1.55	503.14	32.00	5459.07	
Tragaluz y domo	1.55	503.14	32.00	5459.07	
Muro norte	2.94	743.64	20.00	-10931.51	
Ventana norte	4.89	736.36	20.00	-18016.83	
Muro este	3.30	471.31	22.00	-4665.97	
Ventana este	4.89	650.76	21.00	-12737.93	
Muro sur	3.02	703.81	21.00	-8502.02	
Ventana sur	4.89	776.19	21.00	-15193.09	
Muro oeste	2.93	1094.84	21.00	-12831.52	
Ventana oeste	4.89	294.63	21.00	-5767.07	
					Qpc(W)= -83186.88

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	FG W/m²	SE	CS*A*F*SE
Tragaluz y domo	0.85	503.14	272	1.00	5816.30
Ventana norte	0.92	736.36	102	1.00	69100.02
Ventana este	0.92	650.76	140	0.98	82141.53
Ventana sur	0.92	776.19	114	0.96	78150.53
Ventana oeste	0.92	294.63	134	1.00	36321.99
					Qps(W)= 265714.07

Q(W)

192333.60

182527.19

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación del Distrito Federal.

Vidrio: Laminado 3+3 mm Distribuidor Mayoritario 1 "Vidro"

ANEXO A

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: Laminado 3+3 mm Distribuidor Mayoritario 2 "Vidro"

Lugar: Distrito Federal.

Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	Fración	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	0.391	503.14	0.95	32.00	1308.24
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	19.00	-898.41
Muro norte	2.200	1480.00	0.60	20.00	-9768.00
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	20.00	-15744.24
Muro este	2.200	1122.07	0.60	22.00	-4443.40
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	21.00	-9549.26
Muro sur	2.200	1480.00	0.60	21.00	-7814.40
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	21.00	-12595.39
Muro oeste	2.200	1389.47	0.60	21.00	-7336.40
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	21.00	-11824.95
Qrc(W)=					-78666.21

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	Fración	FG W/m²	CS*A*F*FG
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	272	5816.30
Ventana norte	1	1480.00	0.40	102	60384.00
Ventana este	1	1122.07	0.40	140	62835.92
Ventana sur	1	1480.00	0.40	114	67488.00
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	134	74475.59
Qrs(W)=					270999.81

Presupuesto Energético:

Edificio de Referencia
Edificio Proyectado

Qc(W)

-78666.21
-83186.88

Qs(W)

270999.81
265714.07

Q(W)

192333.60
182527.19

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)	
Techo	1.55	503.14	32.00	5459.07	
Tragaluz y domo	1.55	503.14	32.00	5459.07	
Muro norte	2.94	743.64	20.00	-10931.51	
Ventana norte	4.89	736.36	20.00	-18016.83	
Muro este	3.30	471.31	22.00	-4665.97	
Ventana este	4.89	650.76	21.00	-12737.93	
Muro sur	3.02	703.81	21.00	-8502.02	
Ventana sur	4.89	776.19	21.00	-15193.09	
Muro oeste	2.93	1094.84	21.00	-12831.52	
Ventana oeste	4.89	294.63	21.00	-5767.07	
Qpc(W)=					-83186.88

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	FG W/m²	SE	CS*A*F*SE
Tragaluz y domo	0.85	503.14	272		5816.30
Ventana norte	0.92	736.36	102	1.00	69100.02
Ventana este	0.92	650.76	140	0.98	82141.53
Ventana sur	0.92	776.19	114	0.96	78150.53
Ventana oeste	0.92	294.63	134	1.00	36321.99
Qps(W)=					265714.07

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación del Distrito Federal.

Vidrio: Laminado 3+3 mm Distribuidor Mayoritario 2 "Vidro"

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: Laminado 4+4 mm Ref. Fabricante "Saint Gobain"

Lugar: Distrito Federal.

Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	Fración	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	0.391	503.14	0.95	32.00	1308.24
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	19.00	-898.41
Muro norte	2.200	1480.00	0.60	20.00	-9768.00
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	20.00	-15744.24
Muro este	2.200	1122.07	0.60	22.00	-4443.40
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	21.00	-9549.26
Muro sur	2.200	1480.00	0.60	21.00	-7814.40
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	21.00	-12595.39
Muro oeste	2.200	1389.47	0.60	21.00	-7336.40
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	21.00	-11824.95
Qrc(W)=					-78666.21

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	Fración	FG W/m²	CS*A*F*FG
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	272	5816.30
Ventana norte	1	1480.00	0.40	102	60384.00
Ventana este	1	1122.07	0.40	140	62835.92
Ventana sur	1	1480.00	0.40	114	67488.00
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	134	74475.59
Qrs(W)=					270999.81

Presupuesto Energético:

Edificio de Referencia
Edificio Proyectado

Qc(W)

-78666.21
0.00

Qs(W)

270999.81
0.00

Q(W)

192333.60
0.00

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)	
Techo	1.55	503.14	32.00	5459.07	
Tragaluz y domo	1.55	503.14	32.00	5459.07	
Muro norte	2.94	743.64	20.00	-10931.51	
Ventana norte	s/Ref.	736.36	20.00		
Muro este	3.30	471.31	22.00	-4665.97	
Ventana este	s/Ref.	650.76	21.00		
Muro sur	3.02	703.81	21.00	-8502.02	
Ventana sur	s/Ref.	776.19	21.00		
Muro oeste	2.93	1094.84	21.00	-12831.52	
Ventana oeste	s/Ref.	294.63	21.00		
Qpc(W)=					-31471.96

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	FG W/m²	SE	CS*A*F*SE
Tragaluz y domo	0.85	503.14	272		5816.30
Ventana norte	0.94	736.36	102	1.00	70384.00
Ventana este	0.94	650.76	140	0.98	62835.92
Ventana sur	0.94	776.19	114	0.96	67488.00
Ventana oeste	0.94	294.63	134	1.00	36321.99
Qps(W)=					0.00

U y CS s/Ref.Fabr.

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación del Distrito Federal.

Vidrio: Laminado 4+4 mm Ref. Fabricante "Saint Gobain"

ANEXO A

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: Laminado 3+3 mm Distribuidor Mayoritario 1 "Saint Gobain"

Lugar: Distrito Federal.

Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	Fracción	t=25°C Te (°C)
Techo	0.391	503.14	0.95	32.00
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	19.00
Muro norte	2.200	1480.00	0.60	20.00
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	20.00
Muro este	2.200	1122.07	0.60	22.00
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	21.00
Muro sur	2.200	1480.00	0.60	21.00
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	21.00
Muro oeste	2.200	1389.47	0.60	21.00
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	21.00
				Qrc(W)=

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	Fracción	FG W/m²
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	272
Ventana norte	1	1480.00	0.40	102
Ventana este	1	1122.07	0.40	140
Ventana sur	1	1480.00	0.40	114
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	134
				Qrs(W)=

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	1.55	503.14	32.00	1308.24
Tragaluz y domo				-898.41
Muro norte	2.94	743.64	20.00	-9768.00
Ventana norte	4.91	736.36	20.00	-15744.24
Muro este	3.30	471.31	22.00	-4443.40
Ventana este	4.91	650.76	21.00	-9549.26
Muro sur	3.02	703.81	21.00	-7814.40
Ventana sur	4.91	776.19	21.00	-12595.39
Muro oeste	2.93	1094.84	21.00	-7336.40
Ventana oeste	4.91	294.63	21.00	-11824.95
				-78666.21
				Qpc(W)=

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	FG W/m²	SE	CS*A*F*SE
Tragaluz y domo	0.85	503.14	272		5816.30
Ventana norte	0.95	736.36	102	1.00	71353.28
Ventana este	0.95	650.76	140	0.98	84820.06
Ventana sur	0.95	776.19	114	0.96	80698.92
Ventana oeste	0.95	294.63	134	1.00	37506.40
					274378.66
					Qps(W)=

Presupuesto Energético:

	Qc(W)	Qs(W)	Q(W)
Edificio de Referencia	-78666.21	270999.81	192333.60
Edificio Proyectado	-83335.02	274378.66	191043.65

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación del Distrito Federal.

Vidrio: Laminado 3+3 mm Distribuidor Mayoritario 1 "Saint Gobain"

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: Laminado 3+3 mm Distribuidor Mayoritario 2 "Saint Gobain"

Lugar: Distrito Federal.

Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	Fracción	t=25°C Te (°C)
Techo	0.391	503.14	0.95	32.00
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	19.00
Muro norte	2.200	1480.00	0.60	20.00
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	20.00
Muro este	2.200	1122.07	0.60	22.00
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	21.00
Muro sur	2.200	1480.00	0.60	21.00
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	21.00
Muro oeste	2.200	1389.47	0.60	21.00
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	21.00
				Qrc(W)=

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	Fracción	FG W/m²
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	272
Ventana norte	1	1480.00	0.40	102
Ventana este	1	1122.07	0.40	140
Ventana sur	1	1480.00	0.40	114
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	134
				Qrs(W)=

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	1.55	503.14	32.00	1308.24
Tragaluz y domo				-898.41
Muro norte	2.94	743.64	20.00	-9768.00
Ventana norte	4.91	736.36	20.00	-18068.44
Muro este	3.30	471.31	22.00	-4665.97
Ventana este	4.91	650.76	21.00	-12774.42
Muro sur	3.02	703.81	21.00	-8502.02
Ventana sur	4.91	776.19	21.00	-15236.61
Muro oeste	2.93	1094.84	21.00	-12831.52
Ventana oeste	4.91	294.63	21.00	-5783.59
				-83335.02
				Qpc(W)=

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	FG W/m²	SE	CS*A*F*SE
Tragaluz y domo	0.85	503.14	272		5816.30
Ventana norte	0.97	736.36	102	1.00	72855.46
Ventana este	0.97	650.76	140	0.98	86605.74
Ventana sur	0.97	776.19	114	0.96	82397.85
Ventana oeste	0.97	294.63	134	1.00	38296.01
					280155.06
					Qps(W)=

Presupuesto Energético:

	Qc(W)	Qs(W)	Q(W)
Edificio de Referencia	-78666.21	270999.81	192333.60
Edificio Proyectado	-83335.02	280155.06	196820.04

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación del Distrito Federal.

Vidrio: Laminado 3+3 mm Distribuidor Mayoritario 2 "Saint Gobain"

ANEXO A

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: Reflejante Reflectasol-plata 6 mm Ref. Fabricante "Vidro"

Lugar: Distrito Federal.
Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción			
Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	Fracción
Techo	0.391	503.14	0.95
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05
Muro norte	2.200	1480.00	0.60
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40
Muro este	2.200	1122.07	0.60
Ventana este	5.319	1122.07	0.40
Muro sur	2.200	1480.00	0.60
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40
Muro oeste	2.200	1389.47	0.60
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	Fracción	FG W/m²
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	272
Ventana norte	1	1480.00	0.40	102
Ventana este	1	1122.07	0.40	140
Ventana sur	1	1480.00	0.40	114
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	134

Presupuesto Energético:

Edificio de Referencia
Edificio Proyectado

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción			
Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	Fracción
Techo	1.55	503.14	0.95
Tragaluz y domo	-898.41		
Muro norte	2.94	743.64	0.20
Ventana norte	3.66	736.36	0.20
Muro este	3.30	471.31	0.22
Ventana este	3.66	650.76	0.21
Muro sur	3.02	703.81	0.21
Ventana sur	3.66	776.19	0.21
Muro oeste	2.93	1094.84	0.21
Ventana oeste	3.66	294.63	0.21

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	Fracción	FG W/m²	SE	CS*A*F*SE
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	272		5816.30
Ventana norte	0.21	736.36	0.21	102	1.00	15772.83
Ventana este	0.21	650.76	0.21	140	0.98	18749.70
Ventana sur	0.21	776.19	0.21	114	0.96	17838.71
Ventana oeste	0.21	294.63	0.21	134	1.00	8290.89

Qc(W)

-78666.21
-70180.31

Qs(W)

270999.81
60652.13

Q(W)

192333.60
-9528.19

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación del Distrito Federal.

Vidrio: Reflejante Reflectasol-plata 6 mm Ref. Fabricante "Vidro"

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: Reflejante Reflectasol-plata 6 mm Muestra del Fabricante "Vidro"

Lugar: Distrito Federal.
Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción			
Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	Fracción
Techo	0.391	503.14	0.95
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05
Muro norte	2.200	1480.00	0.60
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40
Muro este	2.200	1122.07	0.60
Ventana este	5.319	1122.07	0.40
Muro sur	2.200	1480.00	0.60
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40
Muro oeste	2.200	1389.47	0.60
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	Fracción	FG W/m²
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	272
Ventana norte	1	1480.00	0.40	102
Ventana este	1	1122.07	0.40	140
Ventana sur	1	1480.00	0.40	114
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	134

Presupuesto Energético:

Edificio de Referencia
Edificio Proyectado

Qc(W)

-78666.21
-83577.87

Qs(W)

270999.81
77981.30

Q(W)

192333.60
-5596.56

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación del Distrito Federal.

Vidrio: Reflejante Reflectasol-plata 6 mm Muestra del Fabricante "Vidro"

ANEXO A

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE
Material transparente: Vidrio: Reflejante Reflectalite-plata 6 mm Ref. Fabricante "Saint Gobain"

Lugar: Distrito Federal.
 Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

<u>Ganancia por conducción</u>			
Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	Fracción
Techo	0.391	503.14	0.95
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05
Muro norte	2.200	1480.00	0.60
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40
Muro este	2.200	1122.07	0.60
Ventana este	5.319	1122.07	0.40
Muro sur	2.200	1480.00	0.60
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40
Muro oeste	2.200	1389.47	0.60
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	Fracción	FG W/m²
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	272
Ventana norte	1	1480.00	0.40	102
Ventana este	1	1122.07	0.40	140
Ventana sur	1	1480.00	0.40	114
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	134

Qrc(W)=

EDIFICIO PROYECTADO:

<u>Ganancia por conducción</u>			
Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	Fracción
Techo	1.55	503.14	0.95
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05
Muro norte	2.94	743.64	0.60
Ventana norte	4.06	736.36	0.40
Muro este	3.30	471.31	0.60
Ventana este	4.06	650.76	0.40
Muro sur	3.02	703.81	0.60
Ventana sur	4.06	776.19	0.40
Muro oeste	2.93	1094.84	0.60
Ventana oeste	4.06	294.63	0.40

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	Fracción	FG W/m²	SE	CS*A*F*SE
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	272		
Ventana norte	0.2	736.36	0.40	102	1.00	15021.74
Ventana este	0.2	650.76	0.40	140	0.98	17856.85
Ventana sur	0.2	776.19	0.40	114	0.96	16989.25
Ventana oeste	0.2	294.63	0.40	134	1.00	7896.08

Qpc(W)=

Presupuesto Energético:

	Qc(W)	Qs(W)	Q(W)
Edificio de Referencia	-78666.21	270999.81	192333.60
Edificio Proyectado	-74338.79	57763.93	-16574.86

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación del Distrito Federal.

Vidrio: Reflejante Reflectalite-plata 6 mm Ref. Fabricante "Saint Gobain"

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE
Material transparente: Vidrio: Reflejante Reflectalite-plata 6 mm Muestra Fabricante "Saint Gobain"

Lugar: Distrito Federal.
 Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

<u>Ganancia por conducción</u>			
Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	Fracción
Techo	0.391	503.14	0.95
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05
Muro norte	2.200	1480.00	0.60
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40
Muro este	2.200	1122.07	0.60
Ventana este	5.319	1122.07	0.40
Muro sur	2.200	1480.00	0.60
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40
Muro oeste	2.200	1389.47	0.60
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	Fracción	FG W/m²
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	272
Ventana norte	1	1480.00	0.40	102
Ventana este	1	1122.07	0.40	140
Ventana sur	1	1480.00	0.40	114
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	134

Qrc(W)=

EDIFICIO PROYECTADO:

<u>Ganancia por conducción</u>			
Tipo y Orientación	K (W/m²°C)	Area (m²)	Fracción
Techo	1.55	503.14	0.95
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05
Muro norte	2.94	743.64	0.60
Ventana norte	4.91	736.36	0.40
Muro este	3.30	471.31	0.60
Ventana este	4.91	650.76	0.40
Muro sur	3.02	703.81	0.60
Ventana sur	4.91	776.19	0.40
Muro oeste	2.93	1094.84	0.60
Ventana oeste	4.91	294.63	0.40

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m²)	Fracción	FG W/m²	SE	CS*A*F*SE
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	272		
Ventana norte	0.31	736.36	0.40	102	1.00	23283.70
Ventana este	0.31	650.76	0.40	140	0.98	27678.12
Ventana sur	0.31	776.19	0.40	114	0.96	26333.33
Ventana oeste	0.31	294.63	0.40	134	1.00	12238.93

Qpc(W)=

Presupuesto Energético:

	Qc(W)	Qs(W)	Q(W)
Edificio de Referencia	-78666.21	270999.81	192333.60
Edificio Proyectado	-83335.85	89534.09	6198.24

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación del Distrito Federal.

Vidrio: Reflejante Reflectalite-plata 6 mm Muestra Fabricante "Saint Gobain"

ANEXO A

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: claro 3 mm Ref. Fabricante "Vidro"

Lugar: Mexicali, BCN

Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² °C)	Area (m ²)	Fracción	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	0.354	503.14	0.95	47.00	3722.53
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	27.00	299.47
Muro norte	0.521	1480.00	0.60	33.00	3701.18
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	28.00	9446.54
Muro este	0.521	1122.07	0.60	36.00	3858.35
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	30.00	11936.58
Muro sur	0.521	1480.00	0.60	34.00	4163.83
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	30.00	15744.24
Muro oeste	0.521	1389.47	0.60	35.00	4343.48
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	30.00	14781.18
Qrc(W)=					71997.40

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² °C)	Area (m ²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	1.55	503.14	47.00	17157.07
Tragaluz y domo	2.94	743.64	33.00	17490.41
Ventana norte	4.92	736.36	28.00	10863.59
Muro este	3.30	471.31	36.00	17108.55
Ventana este	4.92	650.76	30.00	16001.20
Muro sur	3.02	703.81	34.00	19129.56
Ventana sur	4.92	776.19	30.00	19085.34
Muro oeste	2.93	1094.84	35.00	32078.81
Ventana oeste	4.92	294.63	30.00	7244.51
Qpc(W)=				156159.04

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	Fracción	FG W/m ²	CS*A*F*FG
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	322	6885.47
Ventana norte	1	1480.00	0.40	70	41440.00
Ventana este	1	1122.07	0.40	159	71363.65
Ventana sur	1	1480.00	0.40	131	77552.00
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	164	91149.23
Qrs(W)=					288390.35

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	FG W/m ²	SE	CS*A*F*FG*SE
Ventana norte	1.01	736.36	70	1.00	52060.65
Ventana este	1.01	650.76	159	0.98	102415.44
Ventana sur	1.01	776.19	131	0.96	98589.79
Ventana oeste	1.01	294.63	164	1.00	48802.51
Qps(W)=					301868.39

Presupuesto Energético:

Edificio de Referencia

Edificio Proyectado

Qc(W)

71997.40

156159.04

Qs(W)

288390.35

301868.39

Q(W)

360387.75

458027.43

NO Cumple la NOM-008

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación en Mexicali, B.C.N.

Vidrio: claro 3 mm Ref. Fabricante "Vidro"

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: claro 3 mm Muestra del Fabricante "Vidro"

Lugar: Mexicali, BCN

Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² °C)	Area (m ²)	Fracción	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	0.354	503.14	0.95	47.00	3722.53
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	27.00	299.47
Muro norte	0.521	1480.00	0.60	33.00	3701.18
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	28.00	9446.54
Muro este	0.521	1122.07	0.60	36.00	3858.35
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	30.00	11936.58
Muro sur	0.521	1480.00	0.60	34.00	4163.83
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	30.00	15744.24
Muro oeste	0.521	1389.47	0.60	35.00	4343.48
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	30.00	14781.18
Qrc(W)=					71997.40

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² °C)	Area (m ²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	1.55	503.14	47.00	17157.07
Tragaluz y domo	2.94	743.64	33.00	17490.41
Ventana norte	4.89	736.36	28.00	10813.39
Muro este	3.30	471.31	36.00	17108.55
Ventana este	4.89	650.76	30.00	15927.26
Muro sur	3.02	703.81	34.00	19129.56
Ventana sur	4.89	776.19	30.00	18997.15
Muro oeste	2.93	1094.84	35.00	32078.81
Ventana oeste	4.89	294.63	30.00	7211.03
Qpc(W)=				155913.23

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	Fracción	FG W/m ²	CS*A*F*FG
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	322	6885.47
Ventana norte	1	1480.00	0.40	70	41440.00
Ventana este	1	1122.07	0.40	159	71363.65
Ventana sur	1	1480.00	0.40	131	77552.00
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	164	91149.23
Qrs(W)=					288390.35

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	FG W/m ²	SE	CS*A*F*FG*SE
Ventana norte	0.99	736.36	70	1.00	51029.75
Ventana este	0.99	650.76	159	0.98	100387.41
Ventana sur	0.99	776.19	131	0.96	96637.52
Ventana oeste	0.99	294.63	164	1.00	47836.13
Qps(W)=					295890.80

Presupuesto Energético:

Edificio de Referencia

Edificio Proyectado

Qc(W)

71997.40

155913.23

Qs(W)

288390.35

295890.80

Q(W)

360387.75

451804.04

NO Cumple la NOM-008

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación de Mexicali, B.C.N.

Vidrio: claro 3 mm Muestra del Fabricante "Vidro"

ANEXO A

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: claro 3 mm Distribuidor Mayoritario 1 "Vitro"

Lugar: Mexicali, BCN

Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² °C)	Area (m ²)	Fracción	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	0.354	503.14	0.95	47.00	3722.53
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	27.00	299.47
Muro norte	0.521	1480.00	0.60	33.00	3701.18
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	28.00	9446.54
Muro este	0.521	1122.07	0.60	36.00	3858.35
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	30.00	11936.58
Muro sur	0.521	1480.00	0.60	34.00	4163.83
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	30.00	15744.24
Muro oeste	0.521	1389.47	0.60	35.00	4343.48
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	30.00	14781.18
Qrc(W)=					71997.40

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² °C)	Area (m ²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)	
Techo	1.55	503.14	47.00	17157.07	
Tragaluz y domo					
Muro norte	2.94	743.64	33.00	17490.41	
Ventana norte	4.89	736.36	28.00	10813.39	
Muro este	3.30	471.31	36.00	17108.55	
Ventana este	4.89	650.76	30.00	15927.26	
Muro sur	3.02	703.81	34.00	19129.56	
Ventana sur	4.89	776.19	30.00	18997.15	
Muro oeste	2.93	1094.84	35.00	32078.81	
Ventana oeste	4.89	294.63	30.00	7211.03	
Qpc(W)=					155913.23

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	Fracción	FG W/m ²	CS*A*F*FG
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	322	6885.47
Ventana norte	1	1480.00	0.40	70	41440.00
Ventana este	1	1122.07	0.40	159	71363.65
Ventana sur	1	1480.00	0.40	131	77552.00
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	164	91149.23
Qrs(W)=					288390.35

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	FG W/m ²	SE	CS*A*F*SE
Ventana norte	0.97	736.36	70	1.00	49998.84
Ventana este	0.97	650.76	159	0.98	98359.38
Ventana sur	0.97	776.19	131	0.96	94685.24
Ventana oeste	0.97	294.63	164	1.00	46869.74
Qps(W)=					289913.21

Presupuesto Energético:

Edificio de Referencia

Edificio Proyectado

Qc(W)

71997.40

155913.23

Qs(W)

288390.35

289913.21

Q(W)

360387.75

445826.44

NO Cumple la NOM-008

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación de Mexicali, B.C.N.

Vidrio: claro 3 mm Distribuidor Mayoritario 1 "Vitro"

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: claro 3 mm Distribuidor Mayoritario 2 "Vitro"

Lugar: Mexicali, BCN

Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² °C)	Area (m ²)	Fracción	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	0.354	503.14	0.95	47.00	3722.53
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	27.00	299.47
Muro norte	0.521	1480.00	0.60	33.00	3701.18
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	28.00	9446.54
Muro este	0.521	1122.07	0.60	36.00	3858.35
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	30.00	11936.58
Muro sur	0.521	1480.00	0.60	34.00	4163.83
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	30.00	15744.24
Muro oeste	0.521	1389.47	0.60	35.00	4343.48
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	30.00	14781.18
Qrc(W)=					71997.40

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² °C)	Area (m ²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)	
Techo	1.55	503.14	47.00	17157.07	
Tragaluz y domo					
Muro norte	2.94	743.64	33.00	17490.41	
Ventana norte	4.89	736.36	28.00	10813.39	
Muro este	3.30	471.31	36.00	17108.55	
Ventana este	4.89	650.76	30.00	15927.26	
Muro sur	3.02	703.81	34.00	19129.56	
Ventana sur	4.89	776.19	30.00	18997.15	
Muro oeste	2.93	1094.84	35.00	32078.81	
Ventana oeste	4.89	294.63	30.00	7211.03	
Qpc(W)=					155913.23

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	Fracción	FG W/m ²	CS*A*F*FG
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	322	6885.47
Ventana norte	1	1480.00	0.40	70	41440.00
Ventana este	1	1122.07	0.40	159	71363.65
Ventana sur	1	1480.00	0.40	131	77552.00
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	164	91149.23
Qrs(W)=					288390.35

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	FG W/m ²	SE	CS*A*F*SE
Ventana norte	0.97	736.36	70	1.00	49998.84
Ventana este	0.97	650.76	159	0.98	98359.38
Ventana sur	0.97	776.19	131	0.96	94685.24
Ventana oeste	0.97	294.63	164	1.00	46869.74
Qps(W)=					289913.21

Presupuesto Energético:

Edificio de Referencia

Edificio Proyectado

Qc(W)

71997.40

155913.23

Qs(W)

288390.35

289913.21

Q(W)

360387.75

445826.44

NO Cumple la NOM-008

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación de Mexicali, B.C.N.

Vidrio: claro 3 mm Distribuidor Mayoritario 2 "Vitro"

ANEXO A

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: claro 3 mm Ref. Fabricante "Saint Gobain"

Lugar: Mexicali, BCN

Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² C)	Area (m ²)	Fracción	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	0.354	503.14	0.95	47.00	3722.53
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	27.00	299.47
Muro norte	0.521	1480.00	0.60	33.00	3701.18
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	28.00	9446.54
Muro este	0.521	1122.07	0.60	36.00	3858.35
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	30.00	11936.58
Muro sur	0.521	1480.00	0.60	34.00	4163.83
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	30.00	15744.24
Muro oeste	0.521	1389.47	0.60	35.00	4343.48
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	30.00	14781.18
Qrc(W)=					71997.40

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² C)	Area (m ²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)	
Techo	1.55	503.14	47.00	17157.07	
Tragaluz y domo					
Muro norte	2.94	743.64	33.00	17490.41	
Ventana norte	4.91	736.36	28.00	10841.06	
Muro este	3.30	471.31	36.00	17108.55	
Ventana este	4.91	650.76	30.00	15968.03	
Muro sur	3.02	703.81	34.00	19129.56	
Ventana sur	4.91	776.19	30.00	19045.77	
Muro oeste	2.93	1094.84	35.00	32078.81	
Ventana oeste	4.91	294.63	30.00	7229.49	
Qpc(W)=					156048.75

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	Fracción	FG W/m ²	CS*A*F*FG
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	322	6885.47
Ventana norte	1	1480.00	0.40	70	41440.00
Ventana este	1	1122.07	0.40	159	71363.65
Ventana sur	1	1480.00	0.40	131	77552.00
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	164	91149.23
Qrs(W)=					288390.35

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	FG W/m ²	SE	CS*A*F*SE
Ventana norte	1.02	736.36	70	1.00	52576.10
Ventana este	1.02	650.76	159	0.98	103429.45
Ventana sur	1.02	776.19	131	0.96	99565.93
Ventana oeste	1.02	294.63	164	1.00	49285.71
Qps(W)=					304857.19

Presupuesto Energético:

Edificio de Referencia

Edificio Proyectado

Qc(W)

71997.40

156048.75

Qs(W)

288390.35

304857.19

Q(W)

360387.75

460905.94

NO Cumple la NOM-008

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación de Mexicali, B.C.N.

Vidrio: claro 3 mm Ref. Fabricante "Saint Gobain"

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: claro 3 mm Muestra del Fabricante "Saint Gobain"

Lugar: Mexicali, BCN

Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² C)	Area (m ²)	Fracción	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	0.354	503.14	0.95	47.00	3722.53
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	27.00	299.47
Muro norte	0.521	1480.00	0.60	33.00	3701.18
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	28.00	9446.54
Muro este	0.521	1122.07	0.60	36.00	3858.35
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	30.00	11936.58
Muro sur	0.521	1480.00	0.60	34.00	4163.83
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	30.00	15744.24
Muro oeste	0.521	1389.47	0.60	35.00	4343.48
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	30.00	14781.18
Qrc(W)=					71997.40

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² C)	Area (m ²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)	
Techo	1.55	503.14	47.00	17157.07	
Tragaluz y domo					
Muro norte	2.94	743.64	33.00	17490.41	
Ventana norte	4.88	736.36	28.00	10787.99	
Muro este	3.30	471.31	36.00	17108.55	
Ventana este	4.88	650.76	30.00	15889.85	
Muro sur	3.02	703.81	34.00	19129.56	
Ventana sur	4.88	776.19	30.00	18952.52	
Muro oeste	2.93	1094.84	35.00	32078.81	
Ventana oeste	4.88	294.63	30.00	7194.09	
Qpc(W)=					155788.85

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	Fracción	FG W/m ²	CS*A*F*FG
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	322	6885.47
Ventana norte	1	1480.00	0.40	70	41440.00
Ventana este	1	1122.07	0.40	159	71363.65
Ventana sur	1	1480.00	0.40	131	77552.00
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	164	91149.23
Qrs(W)=					288390.35

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	FG W/m ²	SE	CS*A*F*SE
Ventana norte	1.01	736.36	70	1.00	52060.65
Ventana este	1.01	650.76	159	0.98	102415.44
Ventana sur	1.01	776.19	131	0.96	98589.79
Ventana oeste	1.01	294.63	164	1.00	48802.51
Qps(W)=					301868.39

Presupuesto Energético:

Edificio de Referencia

Edificio Proyectado

Qc(W)

71997.40

155788.85

Qs(W)

288390.35

301868.39

Q(W)

360387.75

457657.24

NO Cumple la NOM-008

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación de Mexicali, B.C.N.

Vidrio: claro 3 mm Muestra del Fabricante "Saint Gobain"

ANEXO A

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: claro 3 mm Muestra del Distribuidor Mayoritario 1 "Saint Gobain"

Lugar: Mexicali, BCN

Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² C)	Area (m ²)	Fracción	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	0.354	503.14	0.95	47.00	3722.53
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	27.00	299.47
Muro norte	0.521	1480.00	0.60	33.00	3701.18
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	28.00	9446.54
Muro este	0.521	1122.07	0.60	36.00	3858.35
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	30.00	11936.58
Muro sur	0.521	1480.00	0.60	34.00	4163.83
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	30.00	15744.24
Muro oeste	0.521	1389.47	0.60	35.00	4343.48
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	30.00	14781.18
Qrc(W)=					71997.40

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² C)	Area (m ²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)	
Techo	1.55	503.14	47.00	17157.07	
Tragaluz y domo					
Muro norte	2.94	743.64	33.00	17490.41	
Ventana norte	4.88	736.36	28.00	10787.99	
Muro este	3.30	471.31	36.00	17108.55	
Ventana este	4.88	650.76	30.00	15889.85	
Muro sur	3.02	703.81	34.00	19129.56	
Ventana sur	4.88	776.19	30.00	18952.52	
Muro oeste	2.93	1094.84	35.00	32078.81	
Ventana oeste	4.88	294.63	30.00	7194.09	
Qpc(W)=					155788.85

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	Fracción	FG W/m ²	CS*A*F*FG
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	322	6885.47
Ventana norte	1	1480.00	0.40	70	41440.00
Ventana este	1	1122.07	0.40	159	71363.65
Ventana sur	1	1480.00	0.40	131	77552.00
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	164	91149.23
Qrs(W)=					288390.35

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	FG W/m ²	SE	CS*A*F*SE
Ventana norte	1	736.36	70	1.00	51545.20
Ventana este	1	650.76	159	0.98	101401.42
Ventana sur	1	776.19	131	0.96	97613.65
Ventana oeste	1	294.63	164	1.00	48319.32
Qps(W)=					298879.60

Presupuesto Energético:

Edificio de Referencia

Edificio Proyectado

Qc(W)

71997.40

155788.85

Qs(W)

288390.35

298879.60

Q(W)

360387.75

454668.45

NO Cumple la NOM-008

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación de Mexicali, B.C.N.

Vidrio: claro 3 mm Muestra del Distribuidor Mayoritario 1 "Saint Gobain"

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: claro 3 mm Muestra del Distribuidor Mayoritario 2 "Saint Gobain"

Lugar: Mexicali, BCN

Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² C)	Area (m ²)	Fracción	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	0.354	503.14	0.95	47.00	3722.53
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	27.00	299.47
Muro norte	0.521	1480.00	0.60	33.00	3701.18
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	28.00	9446.54
Muro este	0.521	1122.07	0.60	36.00	3858.35
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	30.00	11936.58
Muro sur	0.521	1480.00	0.60	34.00	4163.83
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	30.00	15744.24
Muro oeste	0.521	1389.47	0.60	35.00	4343.48
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	30.00	14781.18
Qrc(W)=					71997.40

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² C)	Area (m ²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)	
Techo	1.55	503.14	47.00	17157.07	
Tragaluz y domo					
Muro norte	2.94	743.64	33.00	17490.41	
Ventana norte	4.88	736.36	28.00	10787.99	
Muro este	3.30	471.31	36.00	17108.55	
Ventana este	4.88	650.76	30.00	15889.85	
Muro sur	3.02	703.81	34.00	19129.56	
Ventana sur	4.88	776.19	30.00	18952.52	
Muro oeste	2.93	1094.84	35.00	32078.81	
Ventana oeste	4.88	294.63	30.00	7194.09	
Qpc(W)=					155788.85

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	Fracción	FG W/m ²	CS*A*F*FG
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	322	6885.47
Ventana norte	1	1480.00	0.40	70	41440.00
Ventana este	1	1122.07	0.40	159	71363.65
Ventana sur	1	1480.00	0.40	131	77552.00
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	164	91149.23
Qrs(W)=					288390.35

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	FG W/m ²	SE	CS*A*F*SE
Ventana norte	0.92	736.36	70	1.00	47421.58
Ventana este	0.92	650.76	159	0.98	93289.31
Ventana sur	0.92	776.19	131	0.96	89804.56
Ventana oeste	0.92	294.63	164	1.00	44453.77
Qps(W)=					274969.23

Presupuesto Energético:

Edificio de Referencia

Edificio Proyectado

Qc(W)

71997.40

155788.85

Qs(W)

288390.35

274969.23

Q(W)

360387.75

430758.08

NO Cumple la NOM-008

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación de Mexicali, B.C.N.

Vidrio: claro 3 mm Muestra del Distribuidor Mayoritario 2 "Saint Gobain"

ANEXO A

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: claro 6 mm Referencia del Fabricante "Vitro"

Lugar: Mexicali, BCN

Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² C)	Area (m ²)	Fracción	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	0.354	503.14	0.95	47.00	3722.53
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	27.00	299.47
Muro norte	0.521	1480.00	0.60	33.00	3701.18
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	28.00	9446.54
Muro este	0.521	1122.07	0.60	36.00	3858.35
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	30.00	11936.58
Muro sur	0.521	1480.00	0.60	34.00	4163.83
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	30.00	15744.24
Muro oeste	0.521	1389.47	0.60	35.00	4343.48
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	30.00	14781.18
Qrc(W)=					71997.40

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	Fracción	FG W/m ²	CS*A*F*FG
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	322	6885.47
Ventana norte	1	1480.00	0.40	70	41440.00
Ventana este	1	1122.07	0.40	159	71363.65
Ventana sur	1	1480.00	0.40	131	77552.00
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	164	91149.23
Qrs(W)=					288390.35

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² C)	Area (m ²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)	
Techo	1.55	503.14	47.00	17157.07	
Tragaluz y domo					
Muro norte	2.94	743.64	33.00	17490.41	
Ventana norte	4.85	736.36	28.00	10713.02	
Muro este	3.30	471.31	36.00	17108.55	
Ventana este	4.85	650.76	30.00	15779.43	
Muro sur	3.02	703.81	34.00	19129.56	
Ventana sur	4.85	776.19	30.00	18820.82	
Muro oeste	2.93	1094.84	35.00	32078.81	
Ventana oeste	4.85	294.63	30.00	7144.10	
Qpc(W)=					155421.79

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	FG W/m ²	SE	CS*A*F*SE
Tragaluz y domo	0.85	503.14	322		
Ventana norte	1	1480.00	70	1.00	49998.84
Ventana este	1	1122.07	159	0.98	98359.38
Ventana sur	1	1480.00	131	0.96	94685.24
Ventana oeste	1	1389.47	164	1.00	46869.74
Qps(W)=					289913.21

Presupuesto Energético:	Qc(W)	Qs(W)	Q(W)
Edificio de Referencia	71997.40	288390.35	360387.75
Edificio Proyectado	155421.79	289913.21	<u>445335.00</u>

NO Cumple la NOM-008

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación de Mexicali, B.C.N.

Vidrio: claro 6 mm Referencia del Fabricante "Vitro"

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: claro 6 mm Muestra del Fabricante "Vitro"

Lugar: Mexicali, BCN

Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² C)	Area (m ²)	Fracción	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	0.354	503.14	0.95	47.00	3722.53
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	27.00	299.47
Muro norte	0.521	1480.00	0.60	33.00	3701.18
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	28.00	9446.54
Muro este	0.521	1122.07	0.60	36.00	3858.35
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	30.00	11936.58
Muro sur	0.521	1480.00	0.60	34.00	4163.83
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	30.00	15744.24
Muro oeste	0.521	1389.47	0.60	35.00	4343.48
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	30.00	14781.18
Qrc(W)=					71997.40

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	Fracción	FG W/m ²	CS*A*F*FG
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	322	6885.47
Ventana norte	1	1480.00	0.40	70	41440.00
Ventana este	1	1122.07	0.40	159	71363.65
Ventana sur	1	1480.00	0.40	131	77552.00
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	164	91149.23
Qrs(W)=					288390.35

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² C)	Area (m ²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)	
Techo	1.55	503.14	47.00	17157.07	
Tragaluz y domo					
Muro norte	2.94	743.64	33.00	17490.41	
Ventana norte	4.80	736.36	28.00	10610.24	
Muro este	3.30	471.31	36.00	17108.55	
Ventana este	4.80	650.76	30.00	15628.05	
Muro sur	3.02	703.81	34.00	19129.56	
Ventana sur	4.80	776.19	30.00	18640.26	
Muro oeste	2.93	1094.84	35.00	32078.81	
Ventana oeste	4.80	294.63	30.00	7075.56	
Qpc(W)=					154918.53

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	FG W/m ²	SE	CS*A*F*SE
Tragaluz y domo	0.85	503.14	322		
Ventana norte	1	1480.00	70	1.00	48967.94
Ventana este	1	1122.07	159	0.98	96331.35
Ventana sur	1	1480.00	131	0.96	92732.97
Ventana oeste	1	1389.47	164	1.00	45903.35
Qps(W)=					283935.62

Presupuesto Energético:	Qc(W)	Qs(W)	Q(W)
Edificio de Referencia	71997.40	288390.35	360387.75
Edificio Proyectado	154918.53	283935.62	<u>438854.14</u>

NO Cumple la NOM-008

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación de Mexicali, B.C.N.

Vidrio: claro 6 mm Muestra del Fabricante "Vitro"

ANEXO A

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: claro 6 mm Muestra del Distribuidor Mayoritario 1 "Vitro"

Lugar: Mexicali, BCN

Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² C)	Area (m ²)	Fracción	t=25°C Te (°C)
Techo	0.354	503.14	0.95	47.00
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	27.00
Muro norte	0.521	1480.00	0.60	33.00
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	28.00
Muro este	0.521	1122.07	0.60	36.00
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	30.00
Muro sur	0.521	1480.00	0.60	34.00
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	30.00
Muro oeste	0.521	1389.47	0.60	35.00
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	30.00

Qrc(W)=

71997.40

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² C)	Area (m ²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	1.55	503.14	47.00	3722.53
Tragaluz y domo				299.47
Muro norte	2.94	743.64	33.00	3701.18
Ventana norte	4.80	736.36	28.00	9446.54
Muro este	3.30	471.31	36.00	3858.35
Ventana este	4.80	650.76	30.00	11936.58
Muro sur	3.02	703.81	34.00	4163.83
Ventana sur	4.80	776.19	30.00	15744.24
Muro oeste	2.93	1094.84	35.00	4343.48
Ventana oeste	4.80	294.63	30.00	14781.18

K= 4.80302 CS=

0.92

Qpc(W)=

154918.53

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	Fracción	FG W/m ²
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	322
Ventana norte	1	1480.00	0.40	70
Ventana este	1	1122.07	0.40	159
Ventana sur	1	1480.00	0.40	131
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	164

Qrs(W)=

288390.35

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	FG W/m ²	SE	CS*A*F*SE
Ventana norte	0.92	736.36	70	1.00	47421.58
Ventana este	0.92	650.76	159	0.98	93289.31
Ventana sur	0.92	776.19	131	0.96	89804.56
Ventana oeste	0.92	294.63	164	1.00	44453.77

Qps(W)=

274969.23

Presupuesto Energético:

Edificio de Referencia

Edificio Proyectado

Qc(W)

71997.40

154918.53

Qs(W)

288390.35

274969.23

Q(W)

360387.75

429887.76

NO Cumple la NOM-008

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación de Mexicali, B.C.N.

Vidrio: claro 6 mm Muestra del Distribuidor Mayoritario 1 "Vitro"

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: claro 6 mm Muestra del Distribuidor Mayoritario 2 "Vitro"

Lugar: Mexicali, BCN

Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² C)	Area (m ²)	Fracción	t=25°C Te (°C)
Techo	0.354	503.14	0.95	47.00
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	27.00
Muro norte	0.521	1480.00	0.60	33.00
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	28.00
Muro este	0.521	1122.07	0.60	36.00
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	30.00
Muro sur	0.521	1480.00	0.60	34.00
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	30.00
Muro oeste	0.521	1389.47	0.60	35.00
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	30.00

Qrc(W)=

71997.40

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² C)	Area (m ²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	1.55	503.14	47.00	3722.53
Tragaluz y domo				299.47
Muro norte	2.94	743.64	33.00	3701.18
Ventana norte	4.80	736.36	28.00	9446.54
Muro este	3.30	471.31	36.00	3858.35
Ventana este	4.80	650.76	30.00	11936.58
Muro sur	3.02	703.81	34.00	4163.83
Ventana sur	4.80	776.19	30.00	15744.24
Muro oeste	2.93	1094.84	35.00	4343.48
Ventana oeste	4.80	294.63	30.00	14781.18

K= 4.80302 CS=

0.92

Qpc(W)=

154918.53

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	Fracción	FG W/m ²
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	322
Ventana norte	1	1480.00	0.40	70
Ventana este	1	1122.07	0.40	159
Ventana sur	1	1480.00	0.40	131
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	164

Qrs(W)=

288390.35

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	FG W/m ²	SE	CS*A*F*SE
Ventana norte	0.92	736.36	70	1.00	47421.58
Ventana este	0.92	650.76	159	0.98	93289.31
Ventana sur	0.92	776.19	131	0.96	89804.56
Ventana oeste	0.92	294.63	164	1.00	44453.77

Qps(W)=

274969.23

Presupuesto Energético:

Edificio de Referencia

Edificio Proyectado

Qc(W)

71997.40

154918.53

Qs(W)

288390.35

274969.23

Q(W)

360387.75

429887.76

NO Cumple la NOM-008

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación de Mexicali, B.C.N.

Vidrio: claro 6 mm Muestra del Distribuidor Mayoritario 2 "Vitro"

ANEXO A

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: claro 6 mm Referencia del Fabricante "Saint Gobain"

Lugar: Mexicali, BCN

Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² C)	Area (m ²)	Fracción	t=25°C Te (°C)
Techo	0.354	503.14	0.95	47.00
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	27.00
Muro norte	0.521	1480.00	0.60	33.00
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	28.00
Muro este	0.521	1122.07	0.60	36.00
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	30.00
Muro sur	0.521	1480.00	0.60	34.00
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	30.00
Muro oeste	0.521	1389.47	0.60	35.00
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	30.00

Qrc(W)=

71997.40

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² C)	Area (m ²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	1.55	503.14	47.00	17157.07
Tragaluz y domo				
Muro norte	2.94	743.64	33.00	17490.41
Ventana norte	4.84	736.36	28.00	10690.33
Muro este	3.30	471.31	36.00	17108.55
Ventana este	4.84	650.76	30.00	15746.00
Muro sur	3.02	703.81	34.00	19129.56
Ventana sur	4.84	776.19	30.00	18780.95
Muro oeste	2.93	1094.84	35.00	32078.81
Ventana oeste	4.84	294.63	30.00	7128.96

Qpc(W)=

155310.65

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	Fracción	FG W/m ²
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	322
Ventana norte	1	1480.00	0.40	70
Ventana este	1	1122.07	0.40	159
Ventana sur	1	1480.00	0.40	131
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	164

Qrs(W)=

288390.35

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	FG W/m ²	SE	CS*A*F*SE
Ventana norte	0.98	736.36	70	1.00	50514.30
Ventana este	0.98	650.76	159	0.98	99373.39
Ventana sur	0.98	776.19	131	0.96	95661.38
Ventana oeste	0.98	294.63	164	1.00	47352.93

Qps(W)=

292902.01

Presupuesto Energético:

Edificio de Referencia

Edificio Proyectado

Qc(W)

71997.40

155310.65

Qs(W)

288390.35

292902.01

Q(W)

360387.75

448212.66

NO Cumple la NOM-008

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación de Mexicali, B.C.N.

Vidrio: claro 6 mm Referencia del Fabricante "Saint Gobain"

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: claro 6 mm Muestra del Fabricante "Saint Gobain"

Lugar: Mexicali, BCN

Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² C)	Area (m ²)	Fracción	t=25°C Te (°C)
Techo	0.354	503.14	0.95	47.00
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	27.00
Muro norte	0.521	1480.00	0.60	33.00
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	28.00
Muro este	0.521	1122.07	0.60	36.00
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	30.00
Muro sur	0.521	1480.00	0.60	34.00
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	30.00
Muro oeste	0.521	1389.47	0.60	35.00
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	30.00

Qrc(W)=

71997.40

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² C)	Area (m ²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	1.55	503.14	47.00	17157.07
Tragaluz y domo				
Muro norte	2.94	743.64	33.00	17490.41
Ventana norte	4.80	736.36	28.00	10592.69
Muro este	3.30	471.31	36.00	17108.55
Ventana este	4.80	650.76	30.00	15602.20
Muro sur	3.02	703.81	34.00	19129.56
Ventana sur	4.80	776.19	30.00	18609.42
Muro oeste	2.93	1094.84	35.00	32078.81
Ventana oeste	4.80	294.63	30.00	7063.86

Qpc(W)=

154832.57

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	Fracción	FG W/m ²
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	322
Ventana norte	1	1480.00	0.40	70
Ventana este	1	1122.07	0.40	159
Ventana sur	1	1480.00	0.40	131
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	164

Qrs(W)=

288390.35

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	FG W/m ²	SE	CS*A*F*SE
Ventana norte	0.98	736.36	70	1.00	50514.30
Ventana este	0.98	650.76	159	0.98	99373.39
Ventana sur	0.98	776.19	131	0.96	95661.38
Ventana oeste	0.98	294.63	164	1.00	47352.93

Qps(W)=

292902.01

Presupuesto Energético:

Edificio de Referencia

Edificio Proyectado

Qc(W)

71997.40

154832.57

Qs(W)

288390.35

292902.01

Q(W)

360387.75

447734.58

NO Cumple la NOM-008

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación de Mexicali, B.C.N.

Vidrio: claro 6 mm Muestra del Fabricante "Saint Gobain"

ANEXO A

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE
 Material transparente: Vidrio: claro 6 mm Muestra del Distribuidor Mayoritario 1 "Saint Gobain"

Lugar: Mexicali, BCN
 Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:					EDIFICIO PROYECTADO:					K=	4.79507	CS=	0.93
<u>Ganancia por conducción</u>					<u>Ganancia por conducción</u>								
Tipo y Orientación	K (W/m ² °C)	Area (m ²)	Fracción	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)	Tipo y Orientación	K (W/m ² °C)	Area (m ²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)			
Techo	0.354	503.14	0.95	47.00	3722.53	Techo	1.55	503.14	47.00	17157.07			
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	27.00	299.47	Tragaluz y domo							
Muro norte	0.521	1480.00	0.60	33.00	3701.18	Muro norte	2.94	743.64	33.00	17490.41			
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	28.00	9446.54	Ventana norte	4.80	736.36	28.00	10592.69			
Muro este	0.521	1122.07	0.60	36.00	3858.35	Muro este	3.30	471.31	36.00	17108.55			
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	30.00	11936.58	Ventana este	4.80	650.76	30.00	15602.20			
Muro sur	0.521	1480.00	0.60	34.00	4163.83	Muro sur	3.02	703.81	34.00	19129.56			
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	30.00	15744.24	Ventana sur	4.80	776.19	30.00	18609.42			
Muro oeste	0.521	1389.47	0.60	35.00	4343.48	Muro oeste	2.93	1094.84	35.00	32078.81			
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	30.00	14781.18	Ventana oeste	4.80	294.63	30.00	7063.86			
				Qrc(W)=	71997.40					Qpc(W)=	154832.57		
<u>Ganancia por radiación</u>					<u>Ganancia por radiación</u>								
Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	Fracción	FG W/m ²	CS*A*F*FG	Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	FG W/m ²	SE	CS*A*F*SE		
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	322	6885.47	Tragaluz y domo							
Ventana norte	1	1480.00	0.40	70	41440.00	Ventana norte	0.93	736.36	70	1.00	47937.04		
Ventana este	1	1122.07	0.40	159	71363.65	Ventana este	0.93	650.76	159	0.98	94303.32		
Ventana sur	1	1480.00	0.40	131	77552.00	Ventana sur	0.93	776.19	131	0.96	90780.70		
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	164	91149.23	Ventana oeste	0.93	294.63	164	1.00	44936.97		
				Qrs(W)=	288390.35						Qps(W)=	277958.03	
Presupuesto Energético:					Qc(W)	Qs(W)	Q(W)						
Edificio de Referencia					71997.40	288390.35	360387.75						
Edificio Proyectado					154832.57	277958.03	432790.60	NO Cumple la NOM-008					

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación de Mexicali, B.C.N.
 Vidrio: claro 6 mm Muestra del Distribuidor Mayoritario 1 "Saint Gobain"

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE
 Material transparente: Vidrio: claro 6 mm Muestra del Distribuidor Mayoritario 2 "Saint Gobain"

Lugar: Mexicali, BCN
 Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:					EDIFICIO PROYECTADO:								
<u>Ganancia por conducción</u>					<u>Ganancia por conducción</u>								
Tipo y Orientación	K (W/m ² °C)	Area (m ²)	Fracción	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)	Tipo y Orientación	K (W/m ² °C)	Area (m ²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)			
Techo	0.354	503.14	0.95	47.00	3722.53	Techo	1.55	503.14	47.00	17157.07			
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	27.00	299.47	Tragaluz y domo							
Muro norte	0.521	1480.00	0.60	33.00	3701.18	Muro norte	2.94	743.64	33.00	17490.41			
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	28.00	9446.54	Ventana norte	4.80	736.36	28.00	10592.69			
Muro este	0.521	1122.07	0.60	36.00	3858.35	Muro este	3.30	471.31	36.00	17108.55			
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	30.00	11936.58	Ventana este	4.80	650.76	30.00	15602.20			
Muro sur	0.521	1480.00	0.60	34.00	4163.83	Muro sur	3.02	703.81	34.00	19129.56			
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	30.00	15744.24	Ventana sur	4.80	776.19	30.00	18609.42			
Muro oeste	0.521	1389.47	0.60	35.00	4343.48	Muro oeste	2.93	1094.84	35.00	32078.81			
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	30.00	14781.18	Ventana oeste	4.80	294.63	30.00	7063.86			
				Qrc(W)=	71997.40					Qpc(W)=	154832.57		
<u>Ganancia por radiación</u>					<u>Ganancia por radiación</u>								
Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	Fracción	FG W/m ²	CS*A*F*FG	Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	FG W/m ²	SE	CS*A*F*SE		
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	322	6885.47	Tragaluz y domo							
Ventana norte	1	1480.00	0.40	70	41440.00	Ventana norte	0.96	736.36	70	1.00	49483.39		
Ventana este	1	1122.07	0.40	159	71363.65	Ventana este	0.96	650.76	159	0.98	97345.37		
Ventana sur	1	1480.00	0.40	131	77552.00	Ventana sur	0.96	776.19	131	0.96	93709.11		
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	164	91149.23	Ventana oeste	0.96	294.63	164	1.00	46386.55		
				Qrs(W)=	288390.35						Qps(W)=	286924.41	
Presupuesto Energético:					Qc(W)	Qs(W)	Q(W)						
Edificio de Referencia					71997.40	288390.35	360387.75						
Edificio Proyectado					154832.57	286924.41	441756.99	NO Cumple la NOM-008					

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación de Mexicali, B.C.N.
 Vidrio: claro 6 mm Muestra del Distribuidor Mayoritario 2 "Saint Gobain"

ANEXO A

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: con tinte 6 mm Referencia del Fabricante "Vitro"

Lugar: Mexicali, BCN

Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² C)	Area (m ²)	Fracción	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	0.354	503.14	0.95	47.00	3722.53
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	27.00	299.47
Muro norte	0.521	1480.00	0.60	33.00	3701.18
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	28.00	9446.54
Muro este	0.521	1122.07	0.60	36.00	3858.35
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	30.00	11936.58
Muro sur	0.521	1480.00	0.60	34.00	4163.83
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	30.00	15744.24
Muro oeste	0.521	1389.47	0.60	35.00	4343.48
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	30.00	14781.18

Qrc(W)= 71997.40

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² C)	Area (m ²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	1.55	503.14	47.00	17157.07
Tragaluz y domo				
Muro norte	2.94	743.64	33.00	17490.41
Ventana norte	4.85	736.36	28.00	10713.02
Muro este	3.30	471.31	36.00	17108.55
Ventana este	4.85	650.76	30.00	15779.43
Muro sur	3.02	703.81	34.00	19129.56
Ventana sur	4.85	776.19	30.00	18820.82
Muro oeste	2.93	1094.84	35.00	32078.81
Ventana oeste	4.85	294.63	30.00	7144.10

Qpc(W)= 155421.79

K= 4.84954 CS= 0.69

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	Fracción	FG W/m ²	CS*A*F*FG
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	322	6885.47
Ventana norte	1	1480.00	0.40	70	41440.00
Ventana este	1	1122.07	0.40	159	71363.65
Ventana sur	1	1480.00	0.40	131	77552.00
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	164	91149.23

Qrs(W)= 288390.35

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	FG W/m ²	SE	CS*A*F*SE
Ventana norte	0.69	736.36	70	1.00	35566.19
Ventana este	0.69	650.76	159	0.98	69966.98
Ventana sur	0.69	776.19	131	0.96	67353.42
Ventana oeste	0.69	294.63	164	1.00	33340.33

Qps(W)= 206226.92

Presupuesto Energético: Qc(W)

Edificio de Referencia 71997.40

Edificio Proyectado 155421.79

Qs(W)

288390.35

206226.92

Q(W)

360387.75

361648.71

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación de Mexicali, B.C.N.

Vidrio: con tinte 6 mm Referencia del Fabricante "Vitro"

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: con tinte 6 mm Muestra del Fabricante "Vitro"

Lugar: Mexicali, BCN

Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² C)	Area (m ²)	Fracción	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	0.354	503.14	0.95	47.00	3722.53
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	27.00	299.47
Muro norte	0.521	1480.00	0.60	33.00	3701.18
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	28.00	9446.54
Muro este	0.521	1122.07	0.60	36.00	3858.35
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	30.00	11936.58
Muro sur	0.521	1480.00	0.60	34.00	4163.83
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	30.00	15744.24
Muro oeste	0.521	1389.47	0.60	35.00	4343.48
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	30.00	14781.18

Qrc(W)= 71997.40

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² C)	Area (m ²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	1.55	503.14	47.00	17157.07
Tragaluz y domo				
Muro norte	2.94	743.64	33.00	17490.41
Ventana norte	4.80	736.36	28.00	10614.16
Muro este	3.30	471.31	36.00	17108.55
Ventana este	4.80	650.76	30.00	15633.81
Muro sur	3.02	703.81	34.00	19129.56
Ventana sur	4.80	776.19	30.00	18647.14
Muro oeste	2.93	1094.84	35.00	32078.81
Ventana oeste	4.80	294.63	30.00	7078.17

Qpc(W)= 154937.69

K= 4.80479 CS= 0.67

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	Fracción	FG W/m ²	CS*A*F*FG
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	322	6885.47
Ventana norte	1	1480.00	0.40	70	41440.00
Ventana este	1	1122.07	0.40	159	71363.65
Ventana sur	1	1480.00	0.40	131	77552.00
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	164	91149.23

Qrs(W)= 288390.35

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	FG W/m ²	SE	CS*A*F*SE
Ventana norte	0.67	736.36	70	1.00	34535.28
Ventana este	0.67	650.76	159	0.98	67938.95
Ventana sur	0.67	776.19	131	0.96	65401.15
Ventana oeste	0.67	294.63	164	1.00	32373.94

Qps(W)= 200249.33

Presupuesto Energético: Qc(W)

Edificio de Referencia 71997.40

Edificio Proyectado 154937.69

Qs(W)

288390.35

200249.33

Q(W)

360387.75

355187.02

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación de Mexicali, B.C.N.

Vidrio: con tinte 6 mm Muestra del Fabricante "Vitro"

ANEXO A

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: con tinte 6 mm del Distribuidor Mayoritario 1 del Fabricante "Vidro"

Lugar: Mexicali, BCN

Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² C)	Area (m ²)	Fracción	t=25°C Te (°C)
Techo	0.354	503.14	0.95	47.00
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	27.00
Muro norte	0.521	1480.00	0.60	33.00
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	28.00
Muro este	0.521	1122.07	0.60	36.00
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	30.00
Muro sur	0.521	1480.00	0.60	34.00
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	30.00
Muro oeste	0.521	1389.47	0.60	35.00
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	30.00

Qrc(W)=

71997.40

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² C)	Area (m ²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	1.55	503.14	47.00	3722.53
Tragaluz y domo	1.55	503.14	47.00	299.47
Muro norte	2.94	743.64	33.00	3701.18
Ventana norte	4.80	736.36	28.00	9446.54
Muro este	3.30	471.31	36.00	3858.35
Ventana este	4.80	650.76	30.00	11936.58
Muro sur	3.02	703.81	34.00	4163.83
Ventana sur	4.80	776.19	30.00	15744.24
Muro oeste	2.93	1094.84	35.00	4343.48
Ventana oeste	4.80	294.63	30.00	14781.18

Qpc(W)=

154937.69

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	Fracción	FG W/m ²
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	322
Ventana norte	1	1480.00	0.40	70
Ventana este	1	1122.07	0.40	159
Ventana sur	1	1480.00	0.40	131
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	164

Qrs(W)=

288390.35

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	FG W/m ²	SE	CS*A*F*SE
Ventana norte	0.68	736.36	70	1.00	35050.74
Ventana este	0.68	650.76	159	0.98	68952.97
Ventana sur	0.68	776.19	131	0.96	66377.28
Ventana oeste	0.68	294.63	164	1.00	32857.14

Qps(W)=

203238.13

Presupuesto Energético:

Qc(W)

Qs(W)

Q(W)

Edificio de Referencia

71997.40

288390.35

360387.75

Edificio Proyectado

154937.69

203238.13

358175.81

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación de Mexicali, B.C.N.

Vidrio: con tinte 6 mm del Distribuidor Mayoritario 1 del Fabricante "Vidro"

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: con tinte 6 mm del Distribuidor Mayoritario 2 del Fabricante "Vidro"

Lugar: Mexicali, BCN

Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² C)	Area (m ²)	Fracción	t=25°C Te (°C)
Techo	0.354	503.14	0.95	47.00
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	27.00
Muro norte	0.521	1480.00	0.60	33.00
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	28.00
Muro este	0.521	1122.07	0.60	36.00
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	30.00
Muro sur	0.521	1480.00	0.60	34.00
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	30.00
Muro oeste	0.521	1389.47	0.60	35.00
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	30.00

Qrc(W)=

71997.40

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² C)	Area (m ²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	1.55	503.14	47.00	3722.53
Tragaluz y domo	1.55	503.14	47.00	299.47
Muro norte	2.94	743.64	33.00	3701.18
Ventana norte	4.80	736.36	28.00	9446.54
Muro este	3.30	471.31	36.00	3858.35
Ventana este	4.80	650.76	30.00	11936.58
Muro sur	3.02	703.81	34.00	4163.83
Ventana sur	4.80	776.19	30.00	15744.24
Muro oeste	2.93	1094.84	35.00	4343.48
Ventana oeste	4.80	294.63	30.00	14781.18

Qpc(W)=

154937.69

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	Fracción	FG W/m ²
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	322
Ventana norte	1	1480.00	0.40	70
Ventana este	1	1122.07	0.40	159
Ventana sur	1	1480.00	0.40	131
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	164

Qrs(W)=

288390.35

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	FG W/m ²	SE	CS*A*F*SE
Ventana norte	0.68	736.36	70	1.00	35050.74
Ventana este	0.68	650.76	159	0.98	68952.97
Ventana sur	0.68	776.19	131	0.96	66377.28
Ventana oeste	0.68	294.63	164	1.00	32857.14

Qps(W)=

203238.13

Presupuesto Energético:

Qc(W)

Qs(W)

Q(W)

Edificio de Referencia

71997.40

288390.35

360387.75

Edificio Proyectado

154937.69

203238.13

358175.81

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación de Mexicali, B.C.N.

Vidrio: con tinte 6 mm del Distribuidor Mayoritario 2 del Fabricante "Vidro"

ANEXO A

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: con tinte 6 mm Referencia del Fabricante "Saint Gobain"

Lugar: Mexicali, BCN
Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

U Ref.=6.30 U Ref.: ilós/k CS= 0.66

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² C)	Area (m ²)	Fracción	t=25°C Te (°C)
Techo	0.354	503.14	0.95	47.00
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	27.00
Muro norte	0.521	1480.00	0.60	33.00
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	28.00
Muro este	0.521	1122.07	0.60	36.00
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	30.00
Muro sur	0.521	1480.00	0.60	34.00
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	30.00
Muro oeste	0.521	1389.47	0.60	35.00
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	30.00

Qrc(W)=

71997.40

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² C)	Area (m ²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	1.55	503.14	47.00	3722.53
Tragaluz y domo	2.94	503.14	27.00	299.47
Muro norte	2.94	743.64	33.00	3701.18
Ventana norte	s/k	736.36	28.00	9446.54
Muro este	3.30	471.31	36.00	3858.35
Ventana este	s/k	650.76	30.00	11936.58
Muro sur	3.02	703.81	34.00	4163.83
Ventana sur	s/k	776.19	30.00	15744.24
Muro oeste	2.93	1094.84	35.00	4343.48
Ventana oeste	s/k	294.63	30.00	14781.18

Qpc(W)=

102964.41

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	Fracción	FG W/m ²
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	322
Ventana norte	1	1480.00	0.40	70
Ventana este	1	1122.07	0.40	159
Ventana sur	1	1480.00	0.40	131
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	164

Qrs(W)=

288390.35

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	FG W/m ²	SE	CS*A*F*SE
Ventana norte	0.66	736.36	70	1.00	34019.83
Ventana este	0.66	650.76	159	0.98	66924.94
Ventana sur	0.66	776.19	131	0.96	64425.01
Ventana oeste	0.66	294.63	164	1.00	31890.75

Qps(W)=

197260.53

Presupuesto Energético: Qc(W)

71997.40

Qs(W)

288390.35

Q(W)

360387.75

Edificio de Referencia

102964.41

Edificio Proyectado

197260.53

300224.94

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación de Mexicali, B.C.N.

Vidrio: con tinte 6 mm Referencia del Fabricante "Saint Gobain"

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: con tinte 6 mm Muestra del Fabricante "Saint Gobain"

Lugar: Mexicali, BCN
Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

K= 4.7952 CS= 0.67

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² C)	Area (m ²)	Fracción	t=25°C Te (°C)
Techo	0.354	503.14	0.95	47.00
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	27.00
Muro norte	0.521	1480.00	0.60	33.00
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	28.00
Muro este	0.521	1122.07	0.60	36.00
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	30.00
Muro sur	0.521	1480.00	0.60	34.00
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	30.00
Muro oeste	0.521	1389.47	0.60	35.00
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	30.00

Qrc(W)=

71997.40

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² C)	Area (m ²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	1.55	503.14	47.00	3722.53
Tragaluz y domo	2.94	503.14	27.00	299.47
Muro norte	2.94	743.64	33.00	3701.18
Ventana norte	4.80	736.36	28.00	9446.54
Muro este	3.30	471.31	36.00	3858.35
Ventana este	4.80	650.76	30.00	11936.58
Muro sur	3.02	703.81	34.00	4163.83
Ventana sur	4.80	776.19	30.00	15744.24
Muro oeste	2.93	1094.84	35.00	4343.48
Ventana oeste	4.80	294.63	30.00	14781.18

Qpc(W)=

154833.95

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	Fracción	FG W/m ²
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	322
Ventana norte	1	1480.00	0.40	70
Ventana este	1	1122.07	0.40	159
Ventana sur	1	1480.00	0.40	131
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	164

Qrs(W)=

288390.35

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	FG W/m ²	SE	CS*A*F*SE
Ventana norte	0.67	736.36	70	1.00	34535.28
Ventana este	0.67	650.76	159	0.98	67938.95
Ventana sur	0.67	776.19	131	0.96	65401.15
Ventana oeste	0.67	294.63	164	1.00	32373.94

Qps(W)=

200249.33

Presupuesto Energético: Qc(W)

71997.40

Qs(W)

288390.35

Q(W)

360387.75

Edificio de Referencia

154833.95

Edificio Proyectado

200249.33

355083.28

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación de Mexicali, B.C.N.

Vidrio: con tinte 6 mm Muestra del Fabricante "Saint Gobain"

ANEXO A

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: con tinte 6 mm Muestra del Distribuidor Mayoritario 1 "Saint Gobain"

Lugar: Mexicali, BCN

Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² °C)	Area (m ²)	Fracción	t=25°C Te (°C)
Techo	0.354	503.14	0.95	47.00
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	27.00
Muro norte	0.521	1480.00	0.60	33.00
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	28.00
Muro este	0.521	1122.07	0.60	36.00
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	30.00
Muro sur	0.521	1480.00	0.60	34.00
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	30.00
Muro oeste	0.521	1389.47	0.60	35.00
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	30.00
				Qrc(W)=

K*A*F(te-t)
3722.53
299.47
3701.18
9446.54
3858.35
11936.58
4163.83
15744.24
4343.48
14781.18
71997.40

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² °C)	Area (m ²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	1.55	503.14	47.00	17157.07
Tragaluz y domo				
Muro norte	2.94	743.64	33.00	17490.41
Ventana norte	4.80	736.36	28.00	10592.97
Muro este	3.30	471.31	36.00	17108.55
Ventana este	4.80	650.76	30.00	15602.61
Muro sur	3.02	703.81	34.00	19129.56
Ventana sur	4.80	776.19	30.00	18609.92
Muro oeste	2.93	1094.84	35.00	32078.81
Ventana oeste	4.80	294.63	30.00	7064.04
				Qpc(W)=

154833.95

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	Fracción	FG W/m ²
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	322
Ventana norte	1	1480.00	0.40	70
Ventana este	1	1122.07	0.40	159
Ventana sur	1	1480.00	0.40	131
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	164
				Qrs(W)=

CS*A*F*FG
6885.47
41440.00
71363.65
77552.00
91149.23
288390.35

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	FG W/m ²	SE	CS*A*F*SE
Ventana norte	0.67	736.36	70	1.00	34535.28
Ventana este	0.67	650.76	159	0.98	67938.95
Ventana sur	0.67	776.19	131	0.96	65401.15
Ventana oeste	0.67	294.63	164	1.00	32373.94
					Qps(W)=

200249.33

Presupuesto Energético:

Edificio de Referencia

Edificio Proyectado

Qc(W)

71997.40

154833.95

Qs(W)

288390.35

200249.33

Q(W)

360387.75

355083.28

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación de Mexicali, B.C.N.

Vidrio: con tinte 6 mm Muestra del Distribuidor Mayoritario 1 "Saint Gobain"

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: con tinte 6 mm Muestra del Distribuidor Mayoritario 2 "Saint Gobain"

Lugar: Mexicali, BCN

Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² °C)	Area (m ²)	Fracción	t=25°C Te (°C)
Techo	0.354	503.14	0.95	47.00
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	27.00
Muro norte	0.521	1480.00	0.60	33.00
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	28.00
Muro este	0.521	1122.07	0.60	36.00
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	30.00
Muro sur	0.521	1480.00	0.60	34.00
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	30.00
Muro oeste	0.521	1389.47	0.60	35.00
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	30.00
				Qrc(W)=

K*A*F(te-t)
3722.53
299.47
3701.18
9446.54
3858.35
11936.58
4163.83
15744.24
4343.48
14781.18
71997.40

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² °C)	Area (m ²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	1.55	503.14	47.00	17157.07
Tragaluz y domo				
Muro norte	2.94	743.64	33.00	17490.41
Ventana norte	4.80	736.36	28.00	10592.97
Muro este	3.30	471.31	36.00	17108.55
Ventana este	4.80	650.76	30.00	15602.61
Muro sur	3.02	703.81	34.00	19129.56
Ventana sur	4.80	776.19	30.00	18609.92
Muro oeste	2.93	1094.84	35.00	32078.81
Ventana oeste	4.80	294.63	30.00	7064.04
				Qpc(W)=

154833.95

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	Fracción	FG W/m ²
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	322
Ventana norte	1	1480.00	0.40	70
Ventana este	1	1122.07	0.40	159
Ventana sur	1	1480.00	0.40	131
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	164
				Qrs(W)=

CS*A*F*FG
6885.47
41440.00
71363.65
77552.00
91149.23
288390.35

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	FG W/m ²	SE	CS*A*F*SE
Ventana norte	0.68	736.36	70	1.00	35050.74
Ventana este	0.68	650.76	159	0.98	68952.97
Ventana sur	0.68	776.19	131	0.96	66377.28
Ventana oeste	0.68	294.63	164	1.00	32857.14
					Qps(W)=

203238.13

Presupuesto Energético:

Edificio de Referencia

Edificio Proyectado

Qc(W)

71997.40

154833.95

Qs(W)

288390.35

203238.13

Q(W)

360387.75

358072.08

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación de Mexicali, B.C.N.

Vidrio: con tinte 6 mm Muestra del Distribuidor Mayoritario 2 "Saint Gobain"

ANEXO A

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE
Material transparente: Vidrio: Laminado 6+6 mm Ref. Fabricante "Vidro"

Lugar: Mexicali, BCN
 Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² °C)	Area (m ²)	Fracción	t=25°C Te (°C)
Techo	0.354	503.14	0.95	47.00
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	27.00
Muro norte	0.521	1480.00	0.60	33.00
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	28.00
Muro este	0.521	1122.07	0.60	36.00
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	30.00
Muro sur	0.521	1480.00	0.60	34.00
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	30.00
Muro oeste	0.521	1389.47	0.60	35.00
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	30.00

Qrc(W)=

71997.40

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² °C)	Area (m ²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	1.55	503.14	47.00	17157.07
Tragaluz y domo				
Muro norte	2.94	743.64	33.00	17490.41
Ventana norte	4.84	736.36	28.00	10699.85
Muro este	3.30	471.31	36.00	17108.55
Ventana este	4.84	650.76	30.00	15760.04
Muro sur	3.02	703.81	34.00	19129.56
Ventana sur	4.84	776.19	30.00	18797.69
Muro oeste	2.93	1094.84	35.00	32078.81
Ventana oeste	4.84	294.63	30.00	7135.32

Qpc(W)=

155357.31

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	Fracción	FG W/m ²
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	322
Ventana norte	1	1480.00	0.40	70
Ventana este	1	1122.07	0.40	159
Ventana sur	1	1480.00	0.40	131
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	164

Qrs(W)=

288390.35

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	FG W/m ²	SE	CS*A*F*SE
Ventana norte	0.84	736.36	70	1.00	43297.97
Ventana este	0.84	650.76	159	0.98	85177.20
Ventana sur	0.84	776.19	131	0.96	81995.47
Ventana oeste	0.84	294.63	164	1.00	40588.23

Qps(W)=

251058.86

Presupuesto Energético:

Qc(W)

Qs(W)

Q(W)

Edificio de Referencia

71997.40

288390.35

360387.75

Edificio Proyectado

155357.31

251058.86

406416.17

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación de Mexicali, B.C.N.

Vidrio: Laminado 6+6 mm Ref. Fabricante "Vidro"

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE
Material transparente: Vidrio: Laminado 3+3 mm Distribuidor Mayoritario 1 "Vidro"

Lugar: Mexicali, BCN
 Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² °C)	Area (m ²)	Fracción	t=25°C Te (°C)
Techo	0.354	503.14	0.95	47.00
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	27.00
Muro norte	0.521	1480.00	0.60	33.00
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	28.00
Muro este	0.521	1122.07	0.60	36.00
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	30.00
Muro sur	0.521	1480.00	0.60	34.00
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	30.00
Muro oeste	0.521	1389.47	0.60	35.00
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	30.00

Qrc(W)=

71997.40

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² °C)	Area (m ²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	1.55	503.14	47.00	17157.07
Tragaluz y domo				
Muro norte	2.94	743.64	33.00	17490.41
Ventana norte	4.89	736.36	28.00	10810.10
Muro este	3.30	471.31	36.00	17108.55
Ventana este	4.89	650.76	30.00	15922.42
Muro sur	3.02	703.81	34.00	19129.56
Ventana sur	4.89	776.19	30.00	18991.37
Muro oeste	2.93	1094.84	35.00	32078.81
Ventana oeste	4.89	294.63	30.00	7208.84

Qpc(W)=

155897.13

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	Fracción	FG W/m ²
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	322
Ventana norte	1	1480.00	0.40	70
Ventana este	1	1122.07	0.40	159
Ventana sur	1	1480.00	0.40	131
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	164

Qrs(W)=

288390.35

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	FG W/m ²	SE	CS*A*F*SE
Ventana norte	0.92	736.36	70	1.00	47421.58
Ventana este	0.92	650.76	159	0.98	93289.31
Ventana sur	0.92	776.19	131	0.96	89804.56
Ventana oeste	0.92	294.63	164	1.00	44453.77

Qps(W)=

274969.23

Presupuesto Energético:

Qc(W)

Qs(W)

Q(W)

Edificio de Referencia

71997.40

288390.35

360387.75

Edificio Proyectado

155897.13

274969.23

430866.36

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación de Mexicali, B.C.N.

Vidrio: Laminado 3+3 mm Distribuidor Mayoritario 1 "Vidro"

ANEXO A

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: Laminado 3+3 mm Distribuidor Mayoritario 2 "Vitro"

Lugar: Mexicali, BCN

Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² °C)	Area (m ²)	Fracción	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	0.354	503.14	0.95	47.00	3722.53
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	27.00	299.47
Muro norte	0.521	1480.00	0.60	33.00	3701.18
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	28.00	9446.54
Muro este	0.521	1122.07	0.60	36.00	3858.35
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	30.00	11936.58
Muro sur	0.521	1480.00	0.60	34.00	4163.83
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	30.00	15744.24
Muro oeste	0.521	1389.47	0.60	35.00	4343.48
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	30.00	14781.18
Qrc(W)=					71997.40

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² °C)	Area (m ²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	1.55	503.14	47.00	17157.07
Tragaluz y domo	2.94	743.64	33.00	17490.41
Muro norte	4.89	736.36	28.00	10810.10
Ventana norte	3.30	471.31	36.00	17108.55
Ventana este	4.89	650.76	30.00	15922.42
Muro sur	3.02	703.81	34.00	19129.56
Ventana sur	4.89	776.19	30.00	18991.37
Muro oeste	2.93	1094.84	35.00	32078.81
Ventana oeste	4.89	294.63	30.00	7208.84
Qpc(W)=				155897.13

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	Fracción	FG W/m ²	CS*A*F*FG
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	322	6885.47
Ventana norte	1	1480.00	0.40	70	41440.00
Ventana este	1	1122.07	0.40	159	71363.65
Ventana sur	1	1480.00	0.40	131	77552.00
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	164	91149.23
Qrs(W)=					288390.35

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	FG W/m ²	SE	CS*A*F*SE
Ventana norte	0.92	736.36	70	1.00	47421.58
Ventana este	0.92	650.76	159	0.98	93289.31
Ventana sur	0.92	776.19	131	0.96	89804.56
Ventana oeste	0.92	294.63	164	1.00	44453.77
Qps(W)=					274969.23

Presupuesto Energético:

Edificio de Referencia

Edificio Proyectado

Qc(W)

71997.40

155897.13

Qs(W)

288390.35

274969.23

Q(W)

360387.75

430866.36

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación de Mexicali, B.C.N.

Vidrio: Laminado 3+3 mm Distribuidor Mayoritario 2 "Vitro"

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: Laminado 4+4 mm Ref. Fabricante "Saint Gobain"

Lugar: Mexicali, BCN

Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² °C)	Area (m ²)	Fracción	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	0.354	503.14	0.95	47.00	3722.53
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	27.00	299.47
Muro norte	0.521	1480.00	0.60	33.00	3701.18
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	28.00	9446.54
Muro este	0.521	1122.07	0.60	36.00	3858.35
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	30.00	11936.58
Muro sur	0.521	1480.00	0.60	34.00	4163.83
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	30.00	15744.24
Muro oeste	0.521	1389.47	0.60	35.00	4343.48
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	30.00	14781.18
Qrc(W)=					71997.40

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² °C)	Area (m ²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	1.55	503.14	47.00	17157.07
Tragaluz y domo	2.94	743.64	33.00	17490.41
Muro norte	s/Ref.	736.36	28.00	
Ventana norte	3.30	471.31	36.00	17108.55
Ventana este	s/Ref.	650.76	30.00	
Muro sur	3.02	703.81	34.00	19129.56
Ventana sur	s/Ref.	776.19	30.00	
Muro oeste	2.93	1094.84	35.00	32078.81
Ventana oeste	s/Ref.	294.63	30.00	
Qpc(W)=				102964.41

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	Fracción	FG W/m ²	CS*A*F*FG
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	322	6885.47
Ventana norte	1	1480.00	0.40	70	41440.00
Ventana este	1	1122.07	0.40	159	71363.65
Ventana sur	1	1480.00	0.40	131	77552.00
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	164	91149.23
Qrs(W)=					288390.35

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	FG W/m ²	SE	CS*A*F*SE
Ventana norte	0.94	736.36	70	1.00	
Ventana este	0.94	650.76	159	0.98	
Ventana sur	0.94	776.19	131	0.96	
Ventana oeste	0.94	294.63	164	1.00	
Qps(W)=					0.00

Presupuesto Energético:

Edificio de Referencia

Edificio Proyectado

Qc(W)

71997.40

0.00

Qs(W)

288390.35

0.00

Q(W)

360387.75

0.00

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación de Mexicali, B.C.N.

Vidrio: Laminado 4+4 mm Ref. Fabricante "Saint Gobain"

ANEXO A

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: Laminado 3+3 mm Distribuidor Mayoritario 1 "Saint Gobain"

Lugar: Mexicali, BCN

Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² C)	Area (m ²)	Fracción	t=25°C Te (°C)
Techo	0.354	503.14	0.95	47.00
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	27.00
Muro norte	0.521	1480.00	0.60	33.00
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	28.00
Muro este	0.521	1122.07	0.60	36.00
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	30.00
Muro sur	0.521	1480.00	0.60	34.00
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	30.00
Muro oeste	0.521	1389.47	0.60	35.00
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	30.00

Qrc(W)=

71997.40

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² C)	Area (m ²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	1.55	503.14	47.00	3722.53
Tragaluz y domo	2.94	503.14	27.00	299.47
Muro norte	2.94	743.64	33.00	3701.18
Ventana norte	4.91	736.36	28.00	9446.54
Muro este	3.30	471.31	36.00	3858.35
Ventana este	4.91	650.76	30.00	11936.58
Muro sur	3.02	703.81	34.00	4163.83
Ventana sur	4.91	776.19	30.00	15744.24
Muro oeste	2.93	1094.84	35.00	4343.48
Ventana oeste	4.91	294.63	30.00	14781.18

Qpc(W)=

156048.75

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	Fracción	FG W/m ²
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	322
Ventana norte	1	1480.00	0.40	70
Ventana este	1	1122.07	0.40	159
Ventana sur	1	1480.00	0.40	131
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	164

Qrs(W)=

288390.35

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	FG W/m ²	SE	CS*A*F*SE
Ventana norte	0.95	736.36	70	1.00	48967.94
Ventana este	0.95	650.76	159	0.98	96331.35
Ventana sur	0.95	776.19	131	0.96	92732.97
Ventana oeste	0.95	294.63	164	1.00	45903.35

Qps(W)=

283935.62

Presupuesto Energético:

Qc(W)

Qs(W)

Q(W)

Edificio de Referencia

71997.40

288390.35

360387.75

Edificio Proyectado

156048.75

283935.62

439984.37

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación de Mexicali, B.C.N.

Vidrio: Laminado 3+3 mm Distribuidor Mayoritario 1 "Saint Gobain"

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: Laminado 3+3 mm Distribuidor Mayoritario 2 "Saint Gobain"

Lugar: Mexicali, BCN

Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² C)	Area (m ²)	Fracción	t=25°C Te (°C)
Techo	0.354	503.14	0.95	47.00
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	27.00
Muro norte	0.521	1480.00	0.60	33.00
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	28.00
Muro este	0.521	1122.07	0.60	36.00
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	30.00
Muro sur	0.521	1480.00	0.60	34.00
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	30.00
Muro oeste	0.521	1389.47	0.60	35.00
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	30.00

Qrc(W)=

71997.40

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² C)	Area (m ²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	1.55	503.14	47.00	3722.53
Tragaluz y domo	2.94	503.14	27.00	299.47
Muro norte	2.94	743.64	33.00	3701.18
Ventana norte	4.91	736.36	28.00	9446.54
Muro este	3.30	471.31	36.00	3858.35
Ventana este	4.91	650.76	30.00	11936.58
Muro sur	3.02	703.81	34.00	4163.83
Ventana sur	4.91	776.19	30.00	15744.24
Muro oeste	2.93	1094.84	35.00	4343.48
Ventana oeste	4.91	294.63	30.00	14781.18

Qpc(W)=

156048.75

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	Fracción	FG W/m ²
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	322
Ventana norte	1	1480.00	0.40	70
Ventana este	1	1122.07	0.40	159
Ventana sur	1	1480.00	0.40	131
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	164

Qrs(W)=

288390.35

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	FG W/m ²	SE	CS*A*F*SE
Ventana norte	0.97	736.36	70	1.00	49998.84
Ventana este	0.97	650.76	159	0.98	98359.38
Ventana sur	0.97	776.19	131	0.96	94685.24
Ventana oeste	0.97	294.63	164	1.00	46869.74

Qps(W)=

289913.21

Presupuesto Energético:

Qc(W)

Qs(W)

Q(W)

Edificio de Referencia

71997.40

288390.35

360387.75

Edificio Proyectado

156048.75

289913.21

445961.96

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación de Mexicali, B.C.N.

Vidrio: Laminado 3+3 mm Distribuidor Mayoritario 2 "Saint Gobain"

ANEXO A

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: Reflejante Reflectasol-plata 6 mm Ref. Fabricante "Vitro"

Lugar: Mexicali, BCN

Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² C)	Area (m ²)	Fracción	t=25°C Te (°C)
Techo	0.354	503.14	0.95	47.00
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	27.00
Muro norte	0.521	1480.00	0.60	33.00
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	28.00
Muro este	0.521	1122.07	0.60	36.00
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	30.00
Muro sur	0.521	1480.00	0.60	34.00
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	30.00
Muro oeste	0.521	1389.47	0.60	35.00
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	30.00

Qrc(W)=

71997.40

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² C)	Area (m ²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	1.55	503.14	47.00	3722.53
Tragaluz y domo				299.47
Muro norte	2.94	743.64	33.00	3701.18
Ventana norte	3.66	736.36	28.00	9446.54
Muro este	3.30	471.31	36.00	3858.35
Ventana este	3.66	650.76	30.00	11936.58
Muro sur	3.02	703.81	34.00	4163.83
Ventana sur	3.66	776.19	30.00	15744.24
Muro oeste	2.93	1094.84	35.00	4343.48
Ventana oeste	3.66	294.63	30.00	14781.18

Qpc(W)=

142584.27

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	Fracción	FG W/m ²
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	322
Ventana norte	1	1480.00	0.40	70
Ventana este	1	1122.07	0.40	159
Ventana sur	1	1480.00	0.40	131
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	164

Qrs(W)=

288390.35

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	FG W/m ²	SE	CS*A*F*SE
Ventana norte	0.21	736.36	70	1.00	10824.49
Ventana este	0.21	650.76	159	0.98	21294.30
Ventana sur	0.21	776.19	131	0.96	20498.87
Ventana oeste	0.21	294.63	164	1.00	10147.06

Qps(W)=

62764.72

Presupuesto Energético:

Qc(W)

Qs(W)

Q(W)

Edificio de Referencia

71997.40

288390.35

360387.75

Edificio Proyectado

142584.27

62764.72

205348.99

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación de Mexicali, B.C.N.

Vidrio: Reflejante Reflectasol-plata 6 mm Ref. Fabricante "Vitro"

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: Reflejante Reflectasol-plata 6 mm Muestra del Fabricante "Vitro"

Lugar: Mexicali, BCN

Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² C)	Area (m ²)	Fracción	t=25°C Te (°C)
Techo	0.354	503.14	0.95	47.00
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	27.00
Muro norte	0.521	1480.00	0.60	33.00
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	28.00
Muro este	0.521	1122.07	0.60	36.00
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	30.00
Muro sur	0.521	1480.00	0.60	34.00
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	30.00
Muro oeste	0.521	1389.47	0.60	35.00
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	30.00

Qrc(W)=

71997.40

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² C)	Area (m ²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	1.55	503.14	47.00	3722.53
Tragaluz y domo				299.47
Muro norte	2.94	743.64	33.00	3701.18
Ventana norte	4.93	736.36	28.00	10891.83
Muro este	3.30	471.31	36.00	3858.35
Ventana este	4.93	650.76	30.00	16042.80
Muro sur	3.02	703.81	34.00	4163.83
Ventana sur	4.93	776.19	30.00	19134.95
Muro oeste	2.93	1094.84	35.00	4343.48
Ventana oeste	4.93	294.63	30.00	14781.18

Qpc(W)=

156297.32

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	Fracción	FG W/m ²
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	322
Ventana norte	1	1480.00	0.40	70
Ventana este	1	1122.07	0.40	159
Ventana sur	1	1480.00	0.40	131
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	164

Qrs(W)=

288390.35

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	FG W/m ²	SE	CS*A*F*SE
Ventana norte	0.27	736.36	70	1.00	13917.20
Ventana este	0.27	650.76	159	0.98	27378.38
Ventana sur	0.27	776.19	131	0.96	26355.69
Ventana oeste	0.27	294.63	164	1.00	13046.22

Qps(W)=

80697.49

Presupuesto Energético:

Qc(W)

Qs(W)

Q(W)

Edificio de Referencia

71997.40

288390.35

360387.75

Edificio Proyectado

156297.32

80697.49

236994.81

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación de Mexicali, B.C.N.

Vidrio: Reflejante Reflectasol-plata 6 mm Muestra del Fabricante "Vitro"

ANEXO A

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: Reflejante Reflectalite-plata 6 mm Ref. Fabricante "Saint Gobain"

Lugar: Mexicali, BCN

Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² C)	Area (m ²)	Fracción	t=25°C Te (°C)
Techo	0.354	503.14	0.95	47.00
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	27.00
Muro norte	0.521	1480.00	0.60	33.00
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	28.00
Muro este	0.521	1122.07	0.60	36.00
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	30.00
Muro sur	0.521	1480.00	0.60	34.00
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	30.00
Muro oeste	0.521	1389.47	0.60	35.00
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	30.00

Qrc(W)=

71997.40

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² C)	Area (m ²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	1.55	503.14	47.00	3722.53
Tragaluz y domo				299.47
Muro norte	2.94	743.64	33.00	3701.18
Ventana norte	4.06	736.36	28.00	9446.54
Muro este	3.30	471.31	36.00	3858.35
Ventana este	4.06	650.76	30.00	11936.58
Muro sur	3.02	703.81	34.00	4163.83
Ventana sur	4.06	776.19	30.00	15744.24
Muro oeste	2.93	1094.84	35.00	4343.48
Ventana oeste	4.06	294.63	30.00	14781.18

Qpc(W)=

146840.68

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	Fracción	FG W/m ²
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	322
Ventana norte	1	1480.00	0.40	70
Ventana este	1	1122.07	0.40	159
Ventana sur	1	1480.00	0.40	131
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	164

Qrs(W)=

288390.35

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	FG W/m ²	SE	CS*A*F*SE
Ventana norte	0.2	736.36	70	1.00	10309.04
Ventana este	0.2	650.76	159	0.98	20280.28
Ventana sur	0.2	776.19	131	0.96	19522.73
Ventana oeste	0.2	294.63	164	1.00	9663.86

Qps(W)=

59775.92

Presupuesto Energético:

Qc(W)

Qs(W)

Q(W)

Edificio de Referencia

71997.40

288390.35

360387.75

Edificio Proyectado

146840.68

59775.92

206616.60

Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación de Mexicali, B.C.N.

Vidrio: Reflejante Reflectalite-plata 6 mm Ref. Fabricante "Saint Gobain"

CALCULO COMPARATIVO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA ENVOLVENTE

Material transparente: Vidrio: Reflejante Reflectalite-plata 6 mm Muestra Fabricante "Saint Gobain"

Lugar: Mexicali, BCN

Edificio: Torre de Rectoría, UNAM

EDIFICIO DE REFERENCIA:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² C)	Area (m ²)	Fracción	t=25°C Te (°C)
Techo	0.354	503.14	0.95	47.00
Tragaluz y domo	5.952	503.14	0.05	27.00
Muro norte	0.521	1480.00	0.60	33.00
Ventana norte	5.319	1480.00	0.40	28.00
Muro este	0.521	1122.07	0.60	36.00
Ventana este	5.319	1122.07	0.40	30.00
Muro sur	0.521	1480.00	0.60	34.00
Ventana sur	5.319	1480.00	0.40	30.00
Muro oeste	0.521	1389.47	0.60	35.00
Ventana oeste	5.319	1389.47	0.40	30.00

Qrc(W)=

71997.40

EDIFICIO PROYECTADO:

Ganancia por conducción

Tipo y Orientación	K (W/m ² C)	Area (m ²)	t=25°C Te (°C)	K*A*F(te-t)
Techo	1.55	503.14	47.00	3722.53
Tragaluz y domo				299.47
Muro norte	2.94	743.64	33.00	3701.18
Ventana norte	4.91	736.36	28.00	10841.24
Muro este	3.30	471.31	36.00	17108.55
Ventana este	4.91	650.76	30.00	15968.28
Muro sur	3.02	703.81	34.00	19129.56
Ventana sur	4.91	776.19	30.00	19046.07
Muro oeste	2.93	1094.84	35.00	32078.81
Ventana oeste	4.91	294.63	30.00	7229.60

Qpc(W)=

156049.60

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	Fracción	FG W/m ²
Tragaluz y domo	0.85	503.14	0.05	322
Ventana norte	1	1480.00	0.40	70
Ventana este	1	1122.07	0.40	159
Ventana sur	1	1480.00	0.40	131
Ventana oeste	1	1389.47	0.40	164

Qrs(W)=

288390.35

Ganancia por radiación

Tipo y Orientación	C.S.	Area (m ²)	FG W/m ²	SE	CS*A*F*SE
Ventana norte	0.31	736.36	70	1.00	15979.01
Ventana este	0.31	650.76	159	0.98	31434.44
Ventana sur	0.31	776.19	131	0.96	30260.23
Ventana oeste	0.31	294.63	164	1.00	14978.99

Qps(W)=

92652.68

Presupuesto Energético:

Qc(W)

Qs(W)

Q(W)

Edificio de Referencia

71997.40

288390.35

360387.75

Edificio Proyectado

156049.60

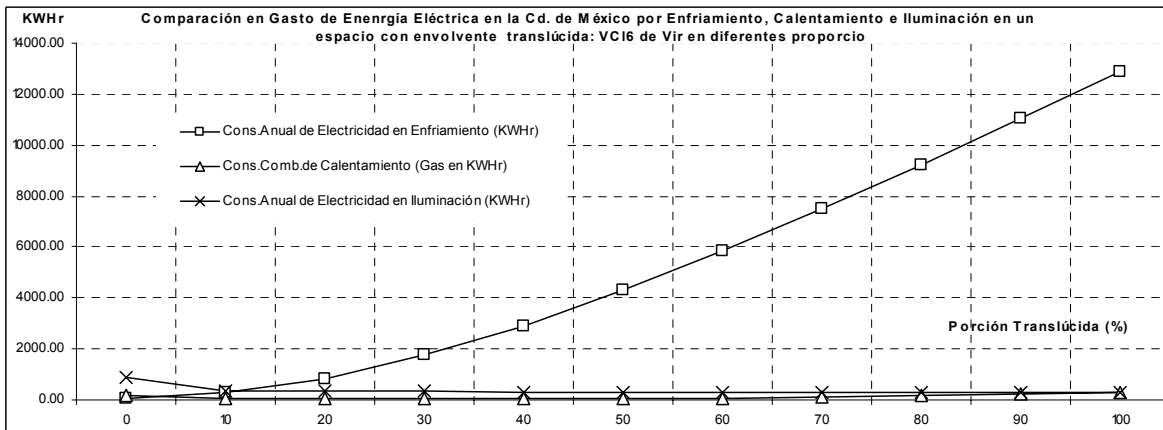
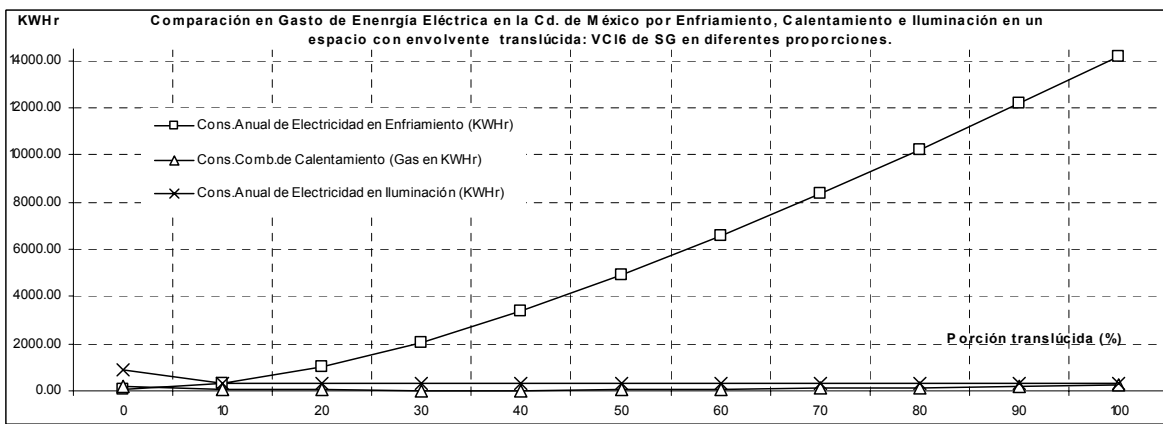
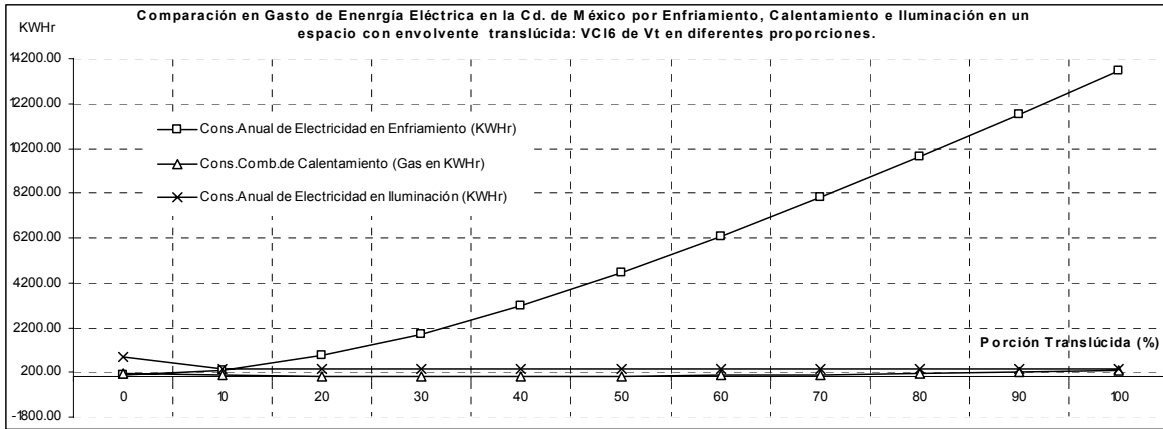
92652.68

248702.27

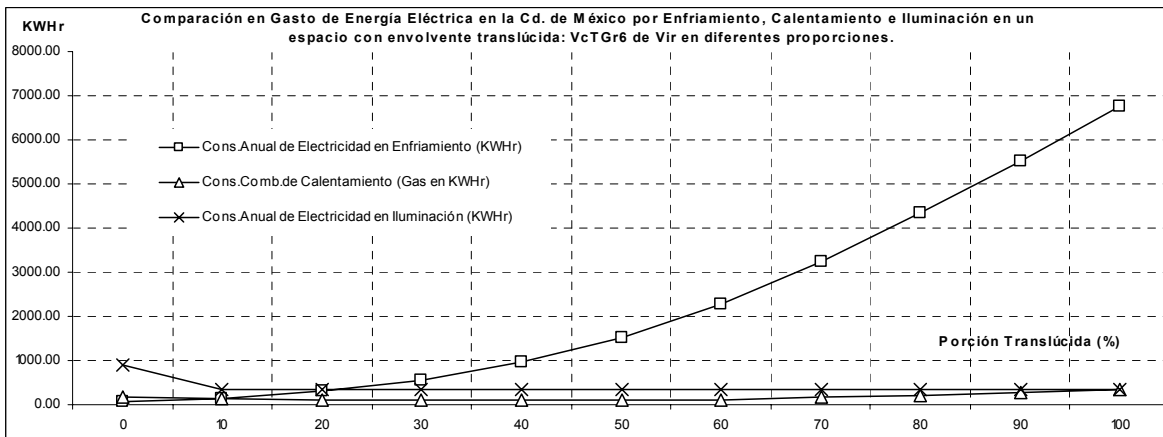
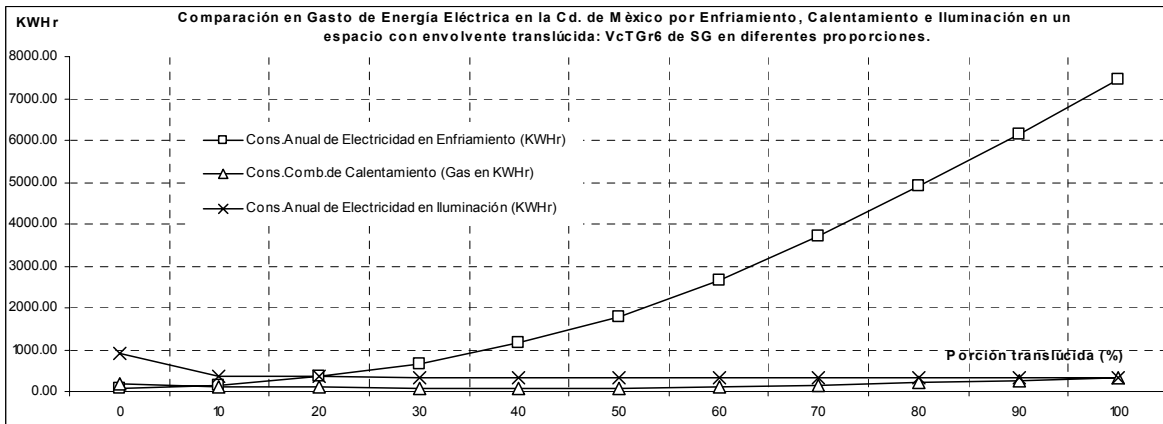
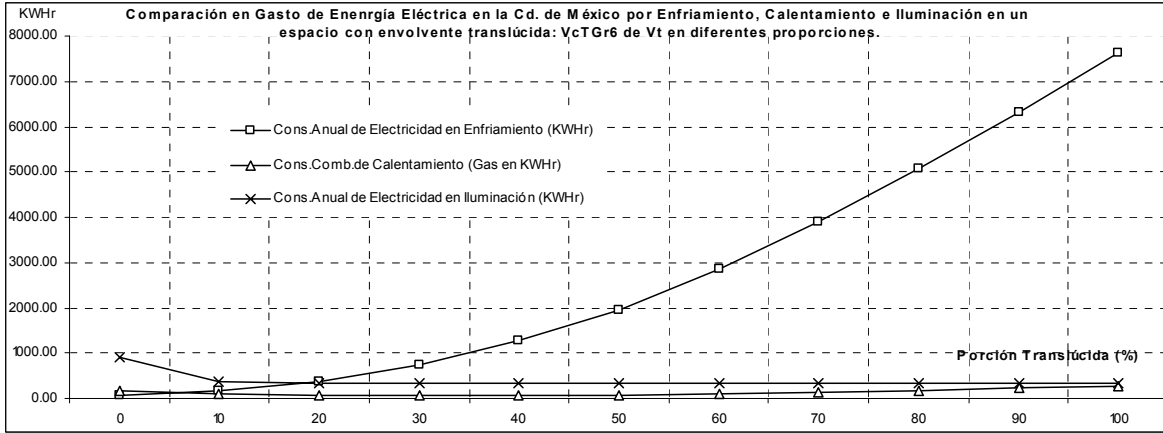
Determinación del flujo de calor a través de la envolvente en la edificación proyectada, en la ubicación de Mexicali, B.C.N.

Vidrio: Reflejante Reflectalite-plata 6 mm Muestra Fabricante "Saint Gobain"

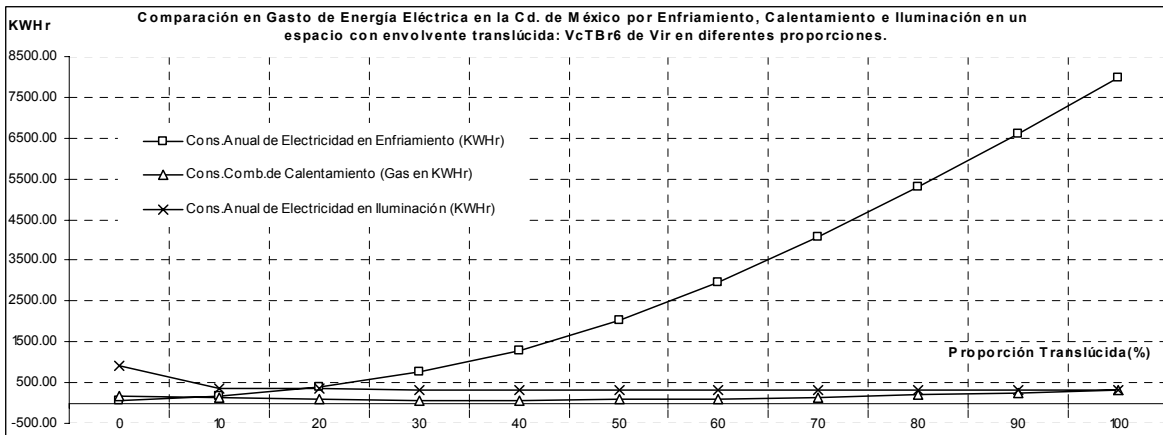
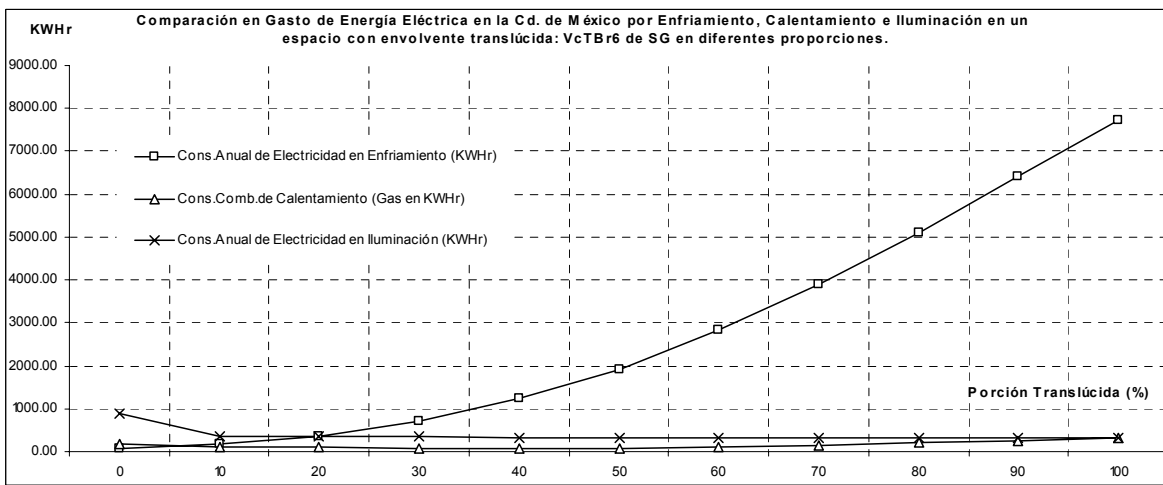
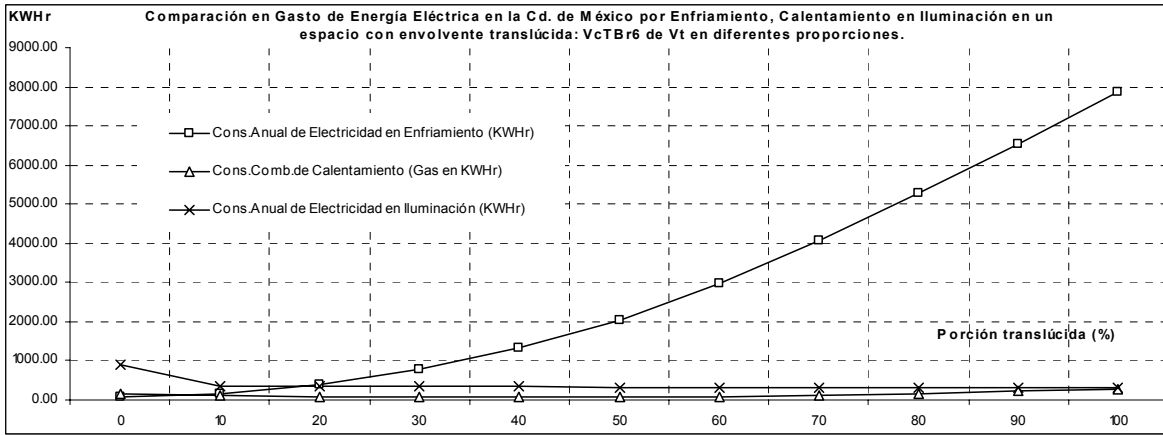
ANEXO B
COMPARACIÓN DEL GASTO ENERGETICO POR ENFRIAMIENTO
CALENTAMIENTO E ILUMINACIÓN EN CADA UNO DE LOS VIDRIOS
SELECCIONADOS Y EN LAS TRES CIUDADES DE MÉXICO, ACAPULCO Y
MEXICALI.



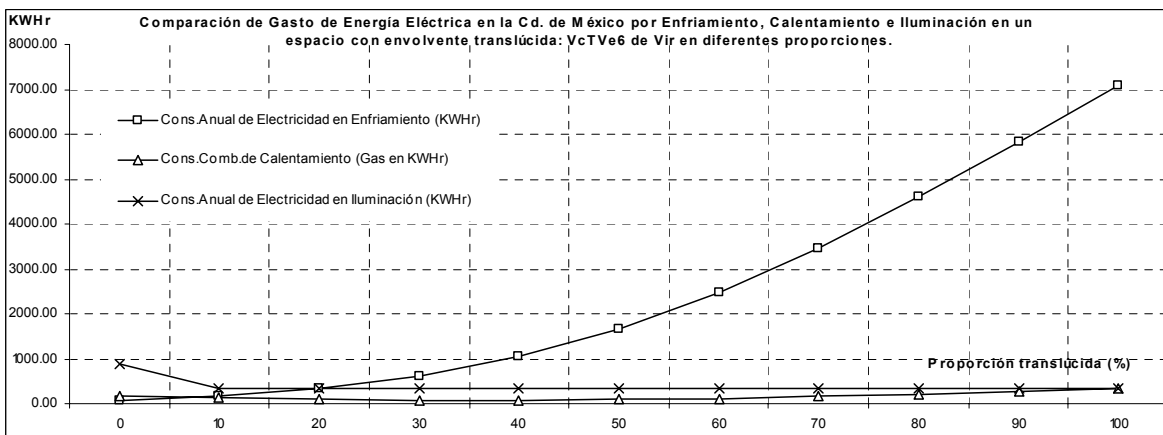
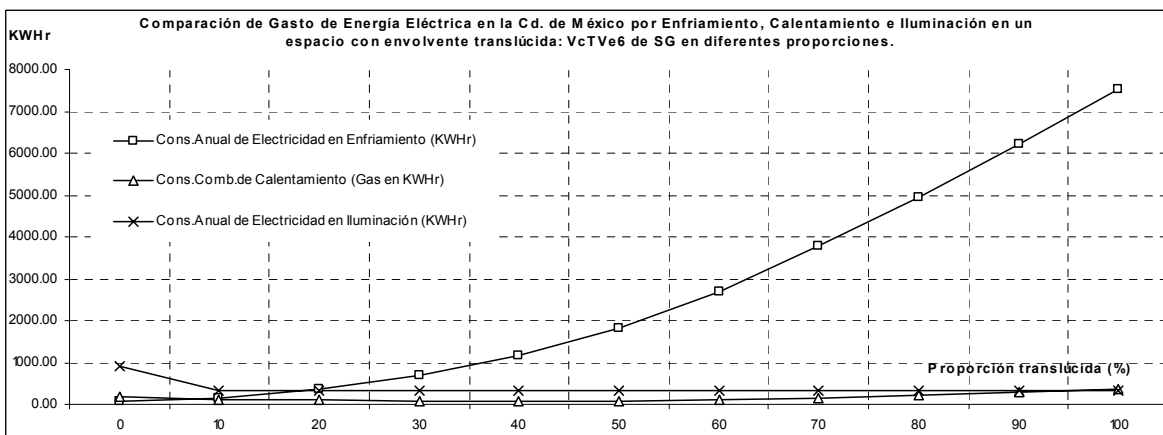
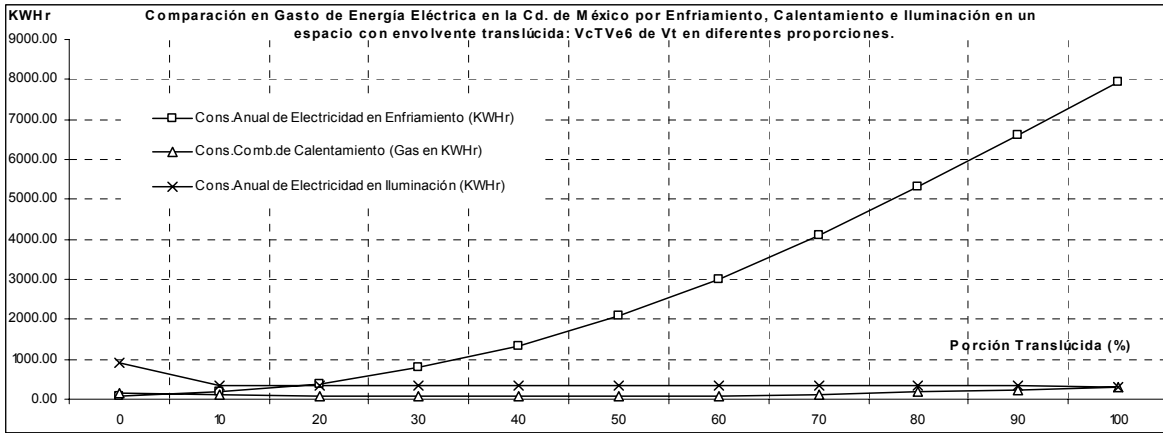
Tipo de vidrio: Vidrio claro
 Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en la Cd. de México.



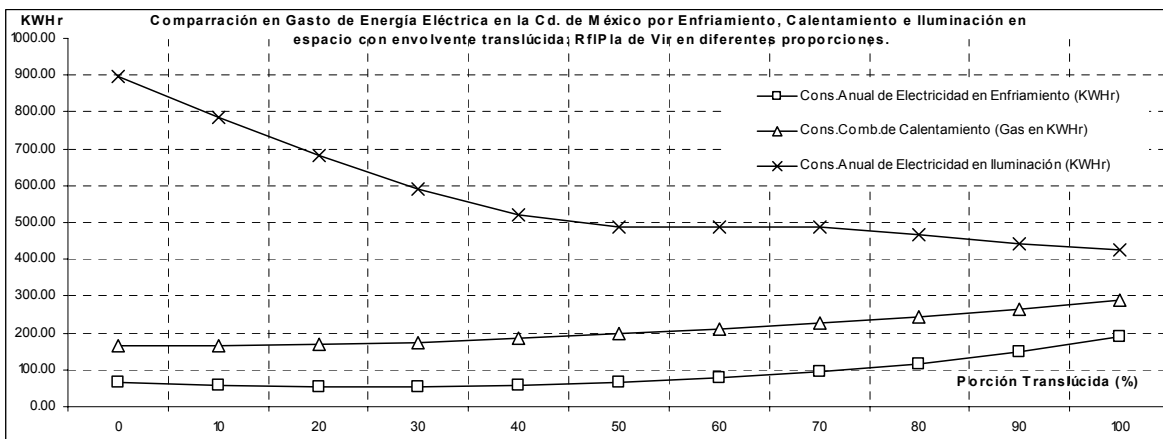
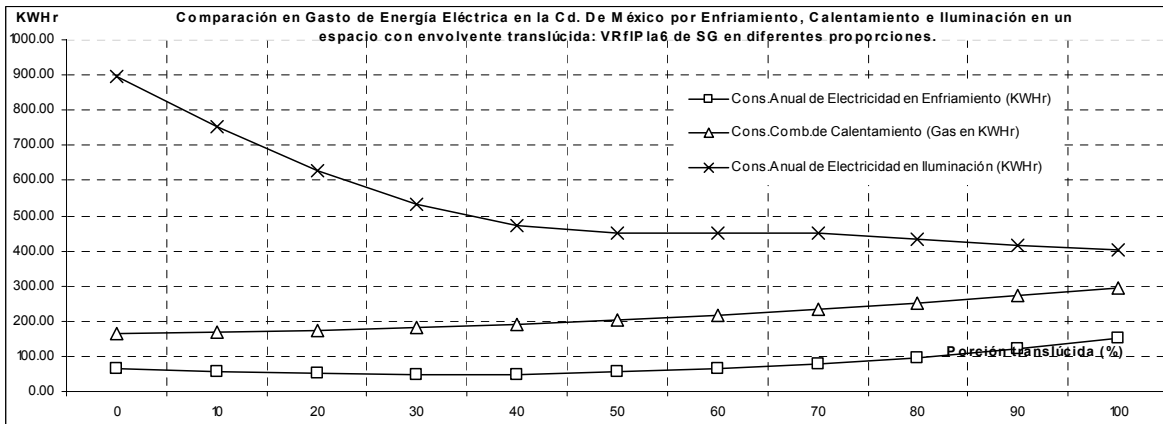
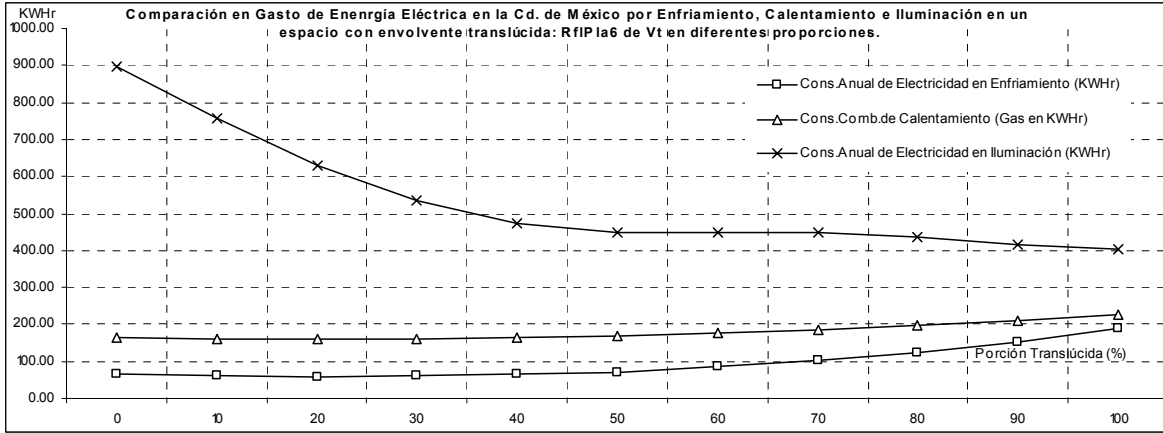
Tipo de vidrio: Vidrio con tinte Gris
 Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en la Cd. de México.



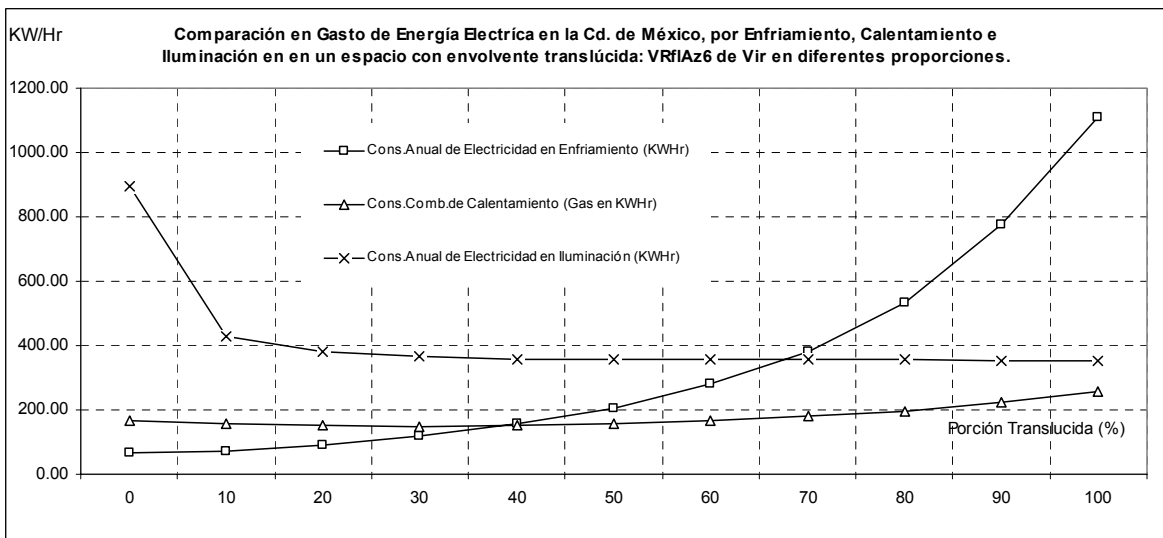
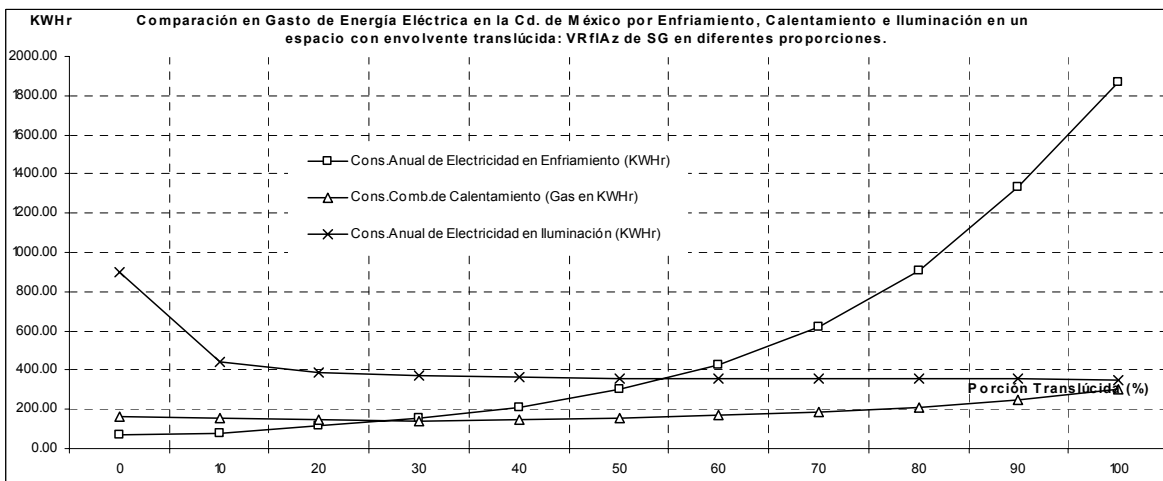
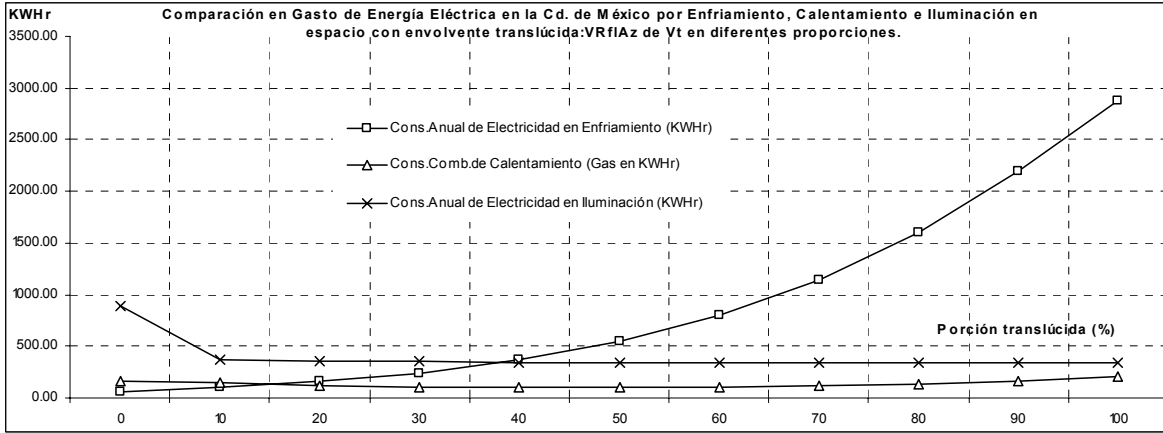
Tipo de vidrio: Vidrio con tinte Bronce
 Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en la Cd. de México.



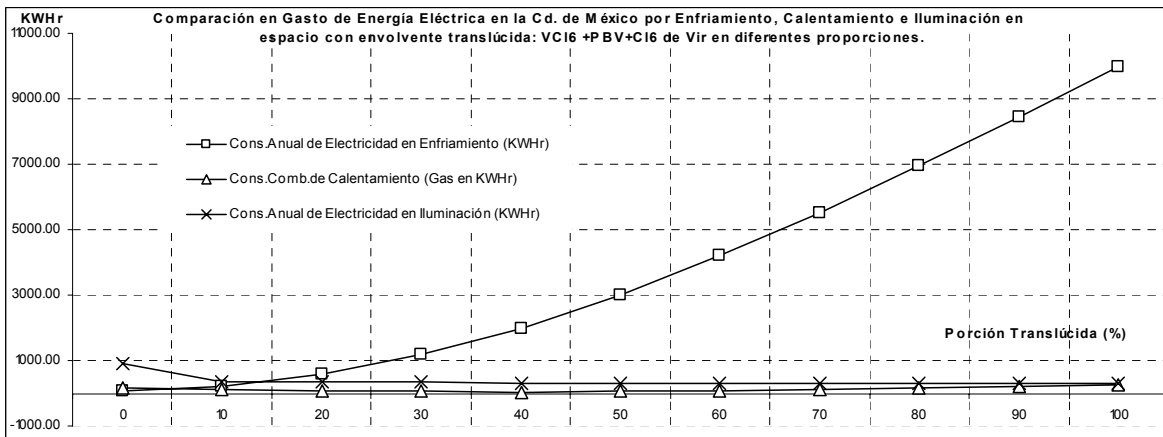
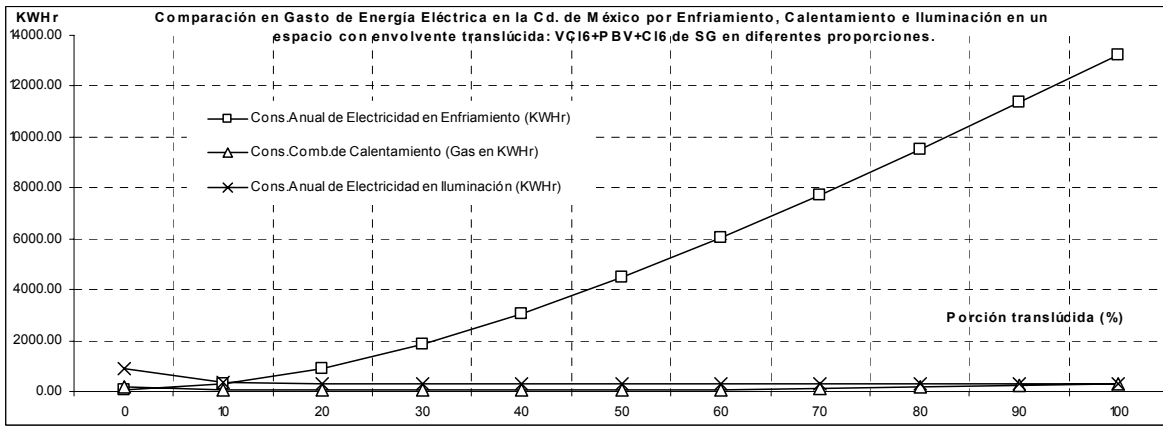
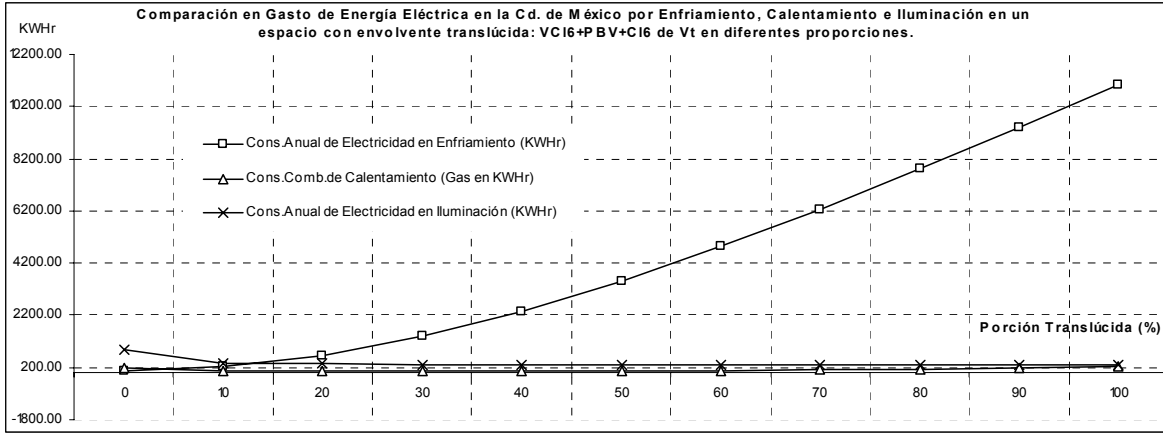
Tipo de vidrio: Vidrio con tinte Verde
Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en la Cd. de México.



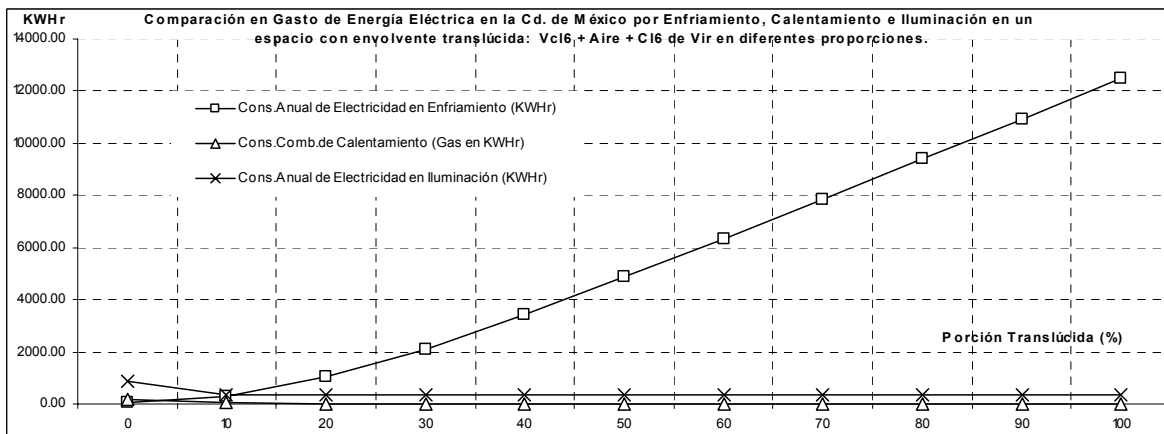
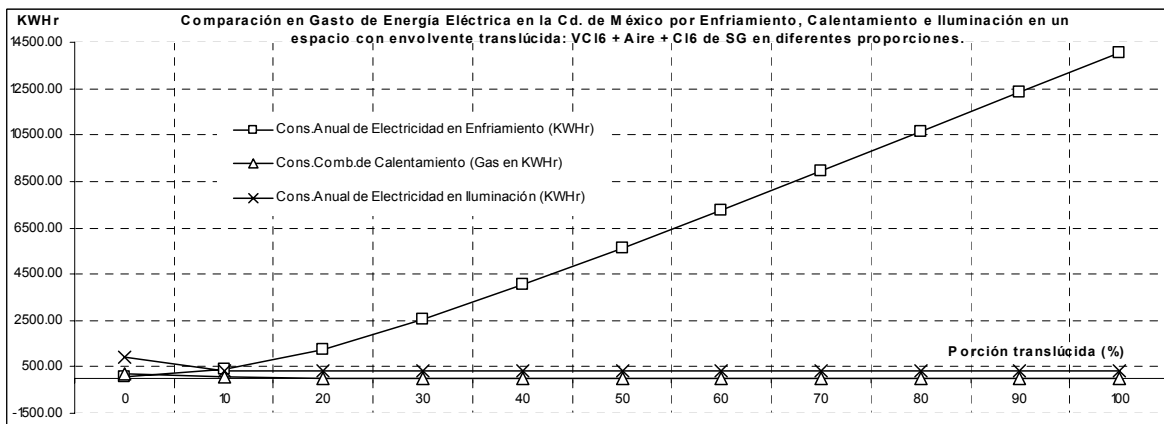
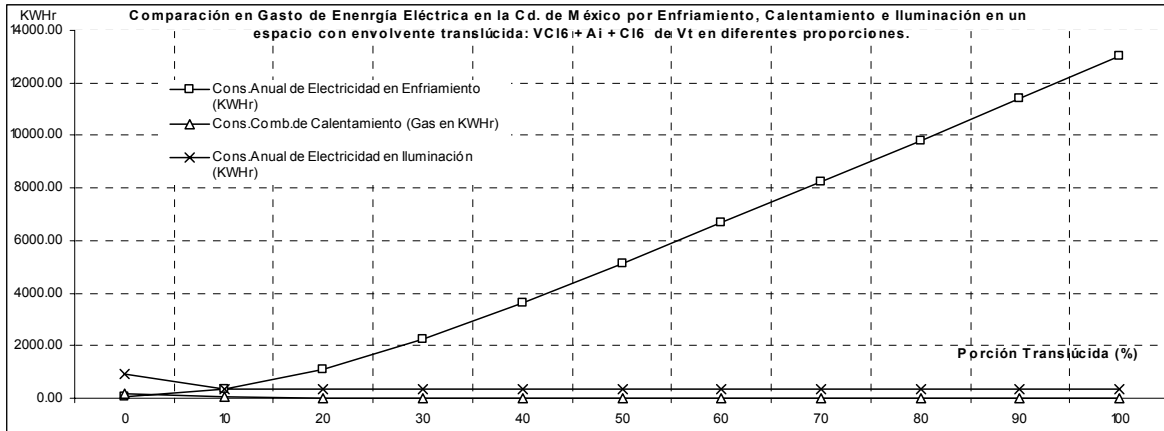
Tipo de vidrio: Vidrio Reflejante Plata
 Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en la Cd. de México.



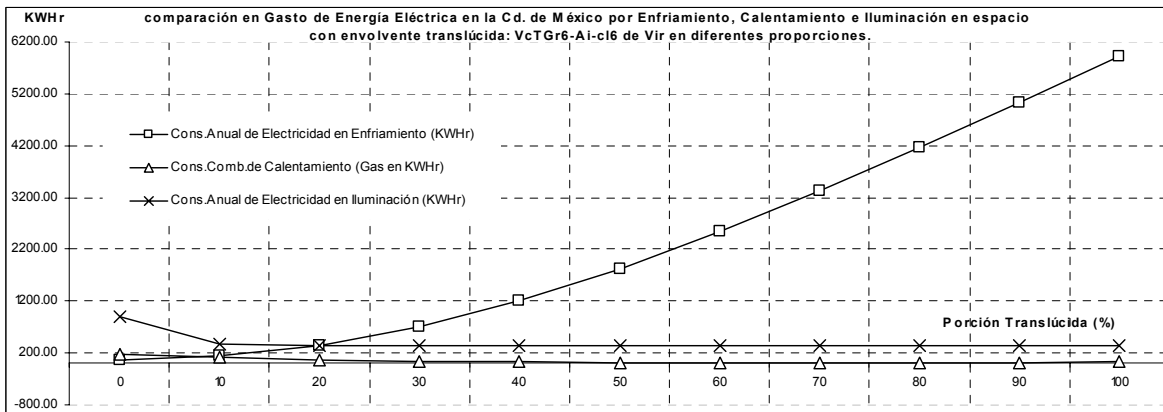
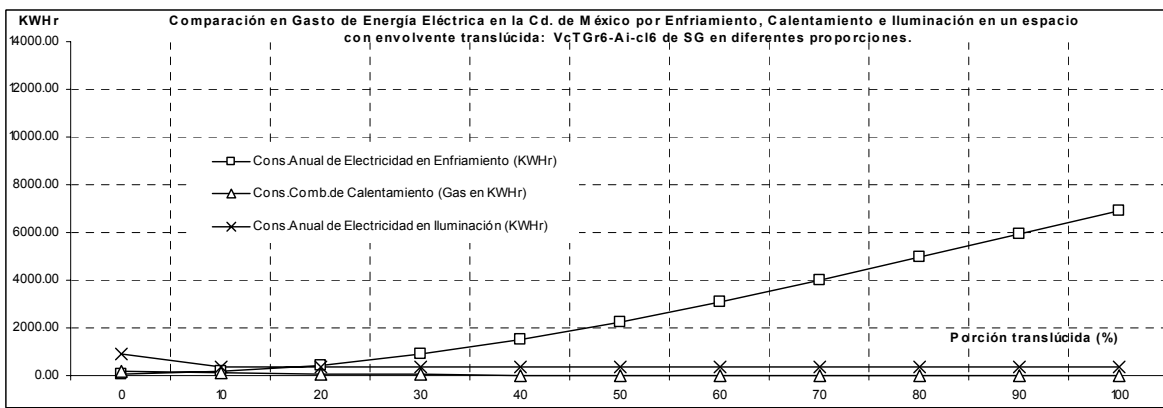
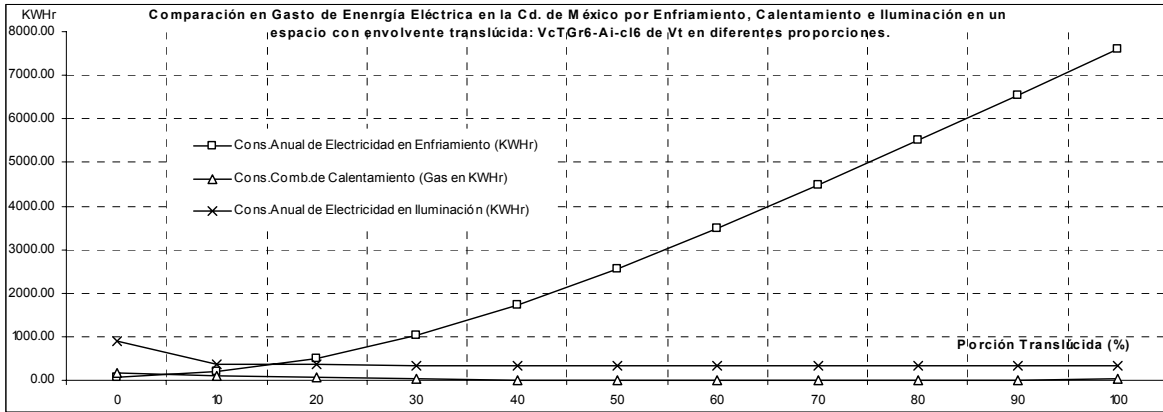
Tipo de vidrio: Vidrio Reflejante Azul
Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en la Cd. de México.



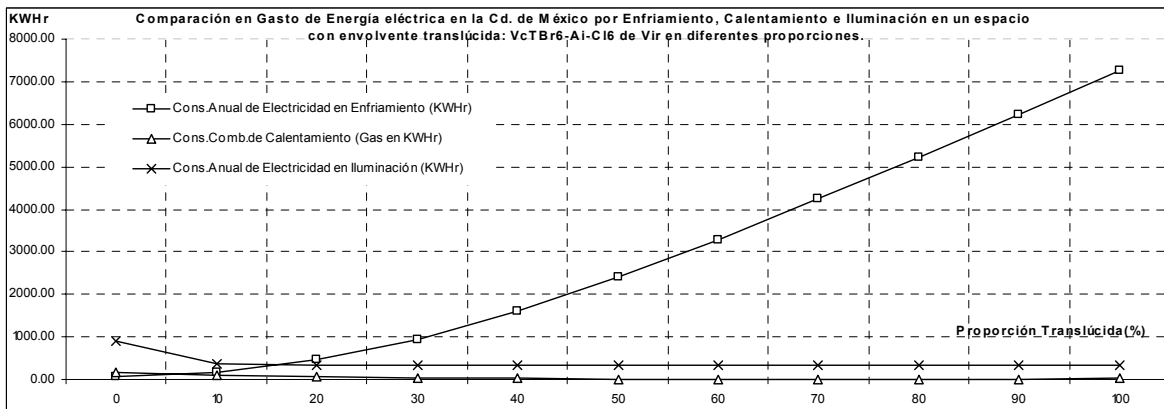
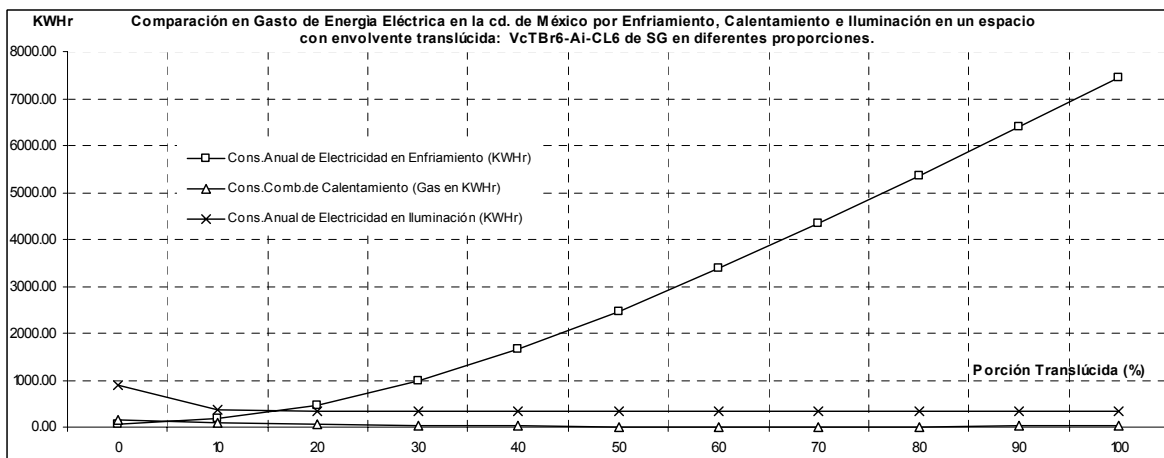
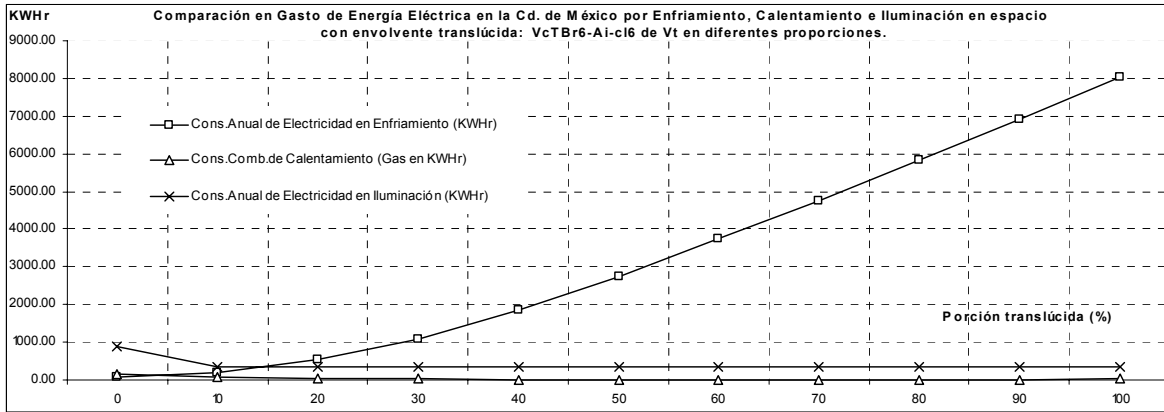
Tipo de vidrio: Vidrio Laminado
 Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en la Cd. de México.



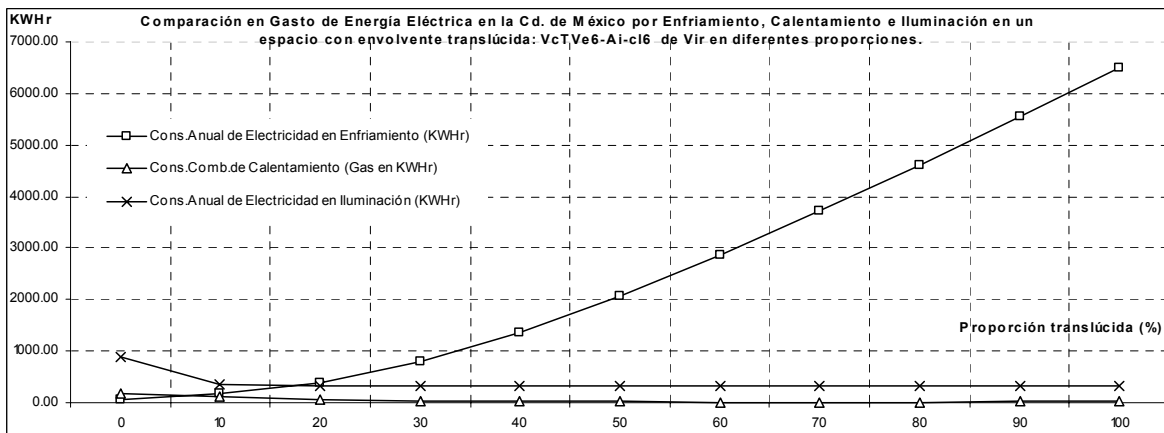
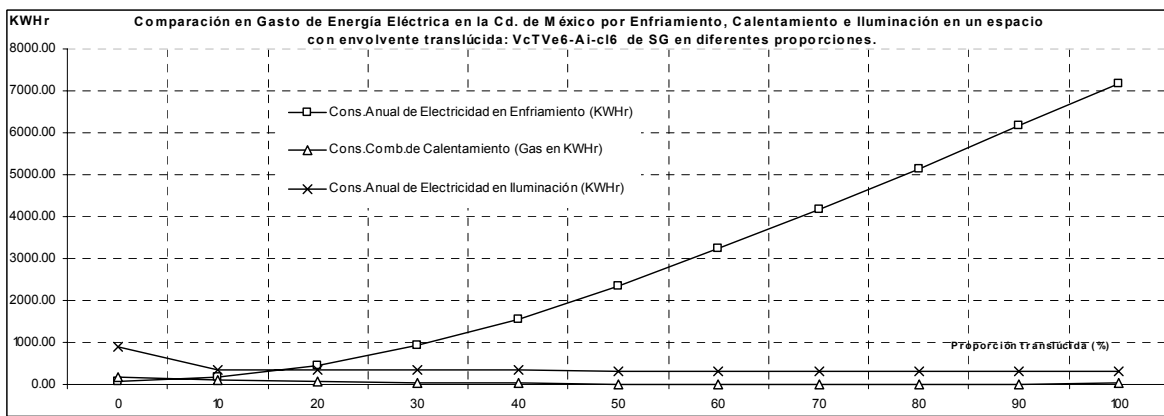
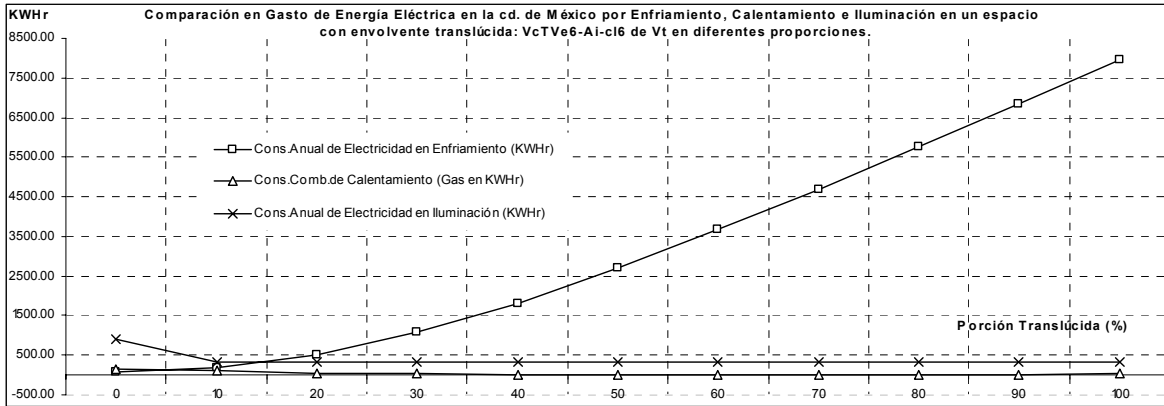
Tipo de vidrio: Dos Vidrios Claros con Cámara de aire
 Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en la Cd. de México.



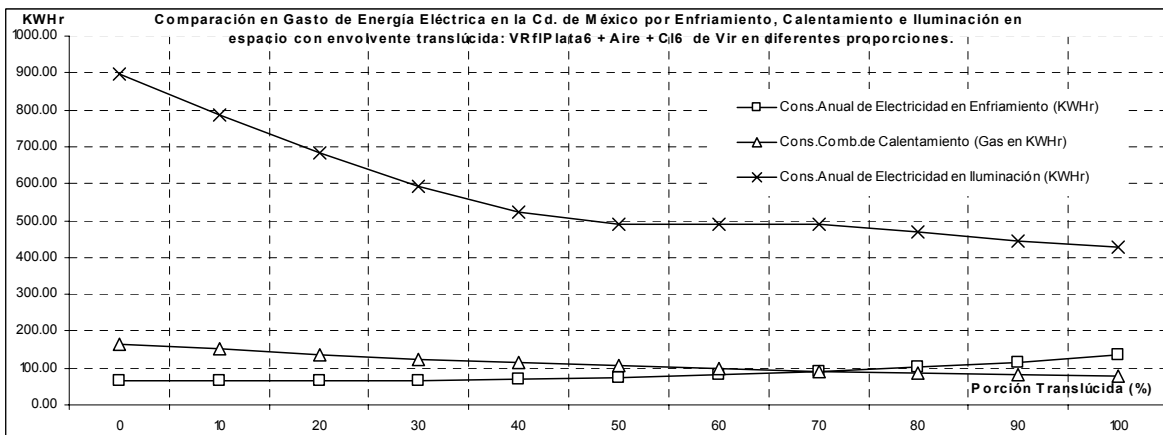
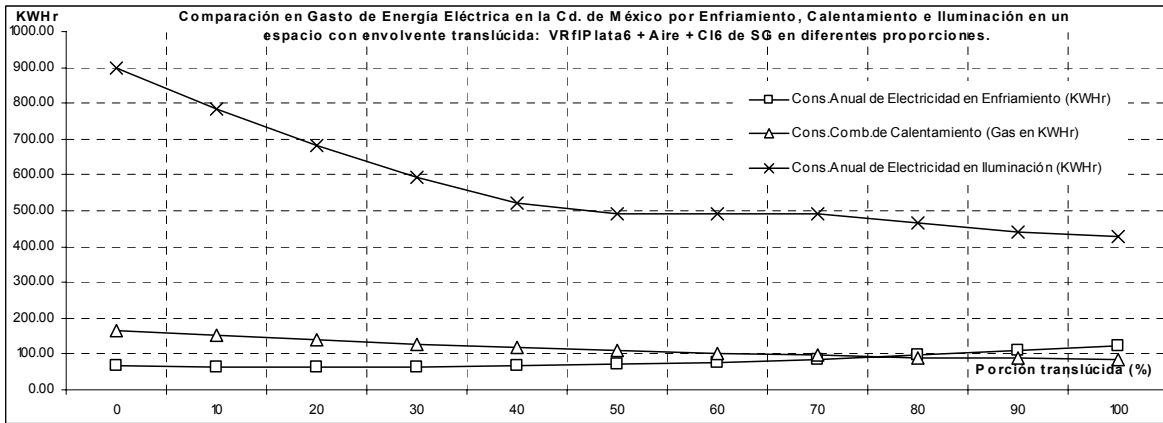
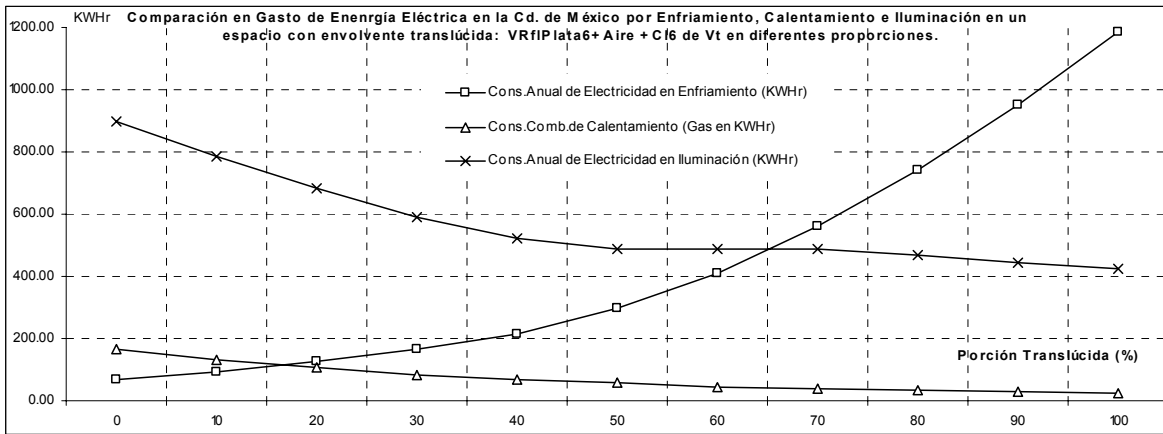
Tipo de vidrio: Vidrio con tinte Gris, cámara de Aire y vidrio claro
 Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en la Cd. de México.



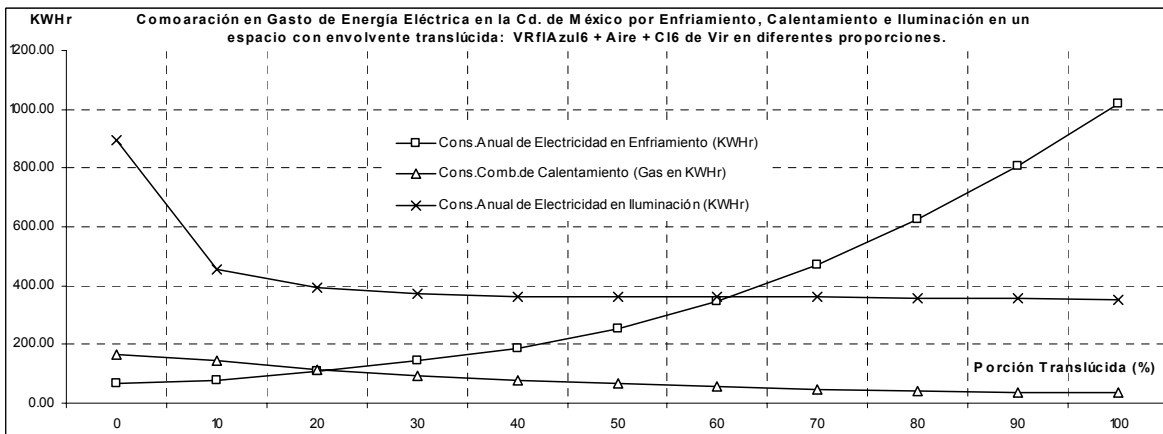
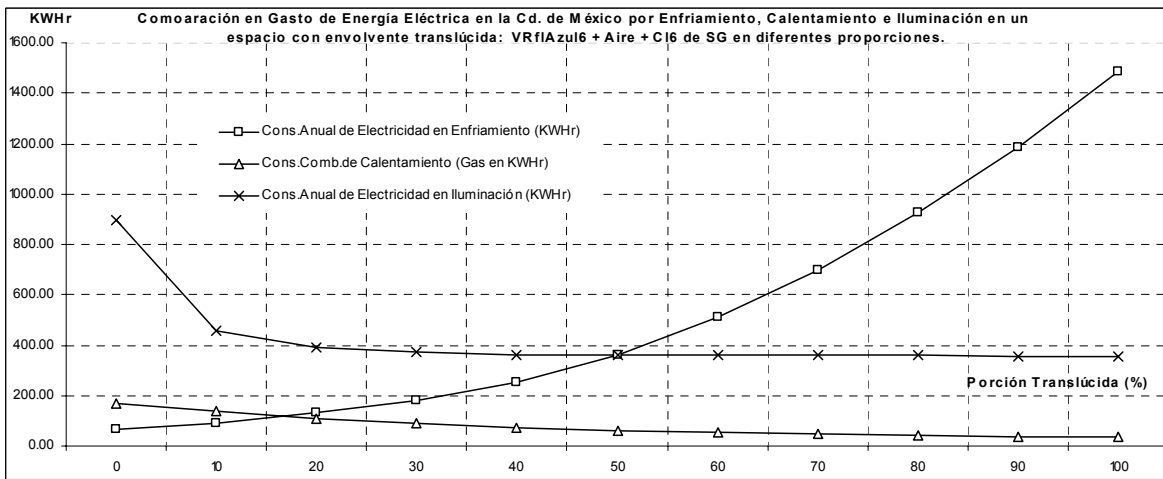
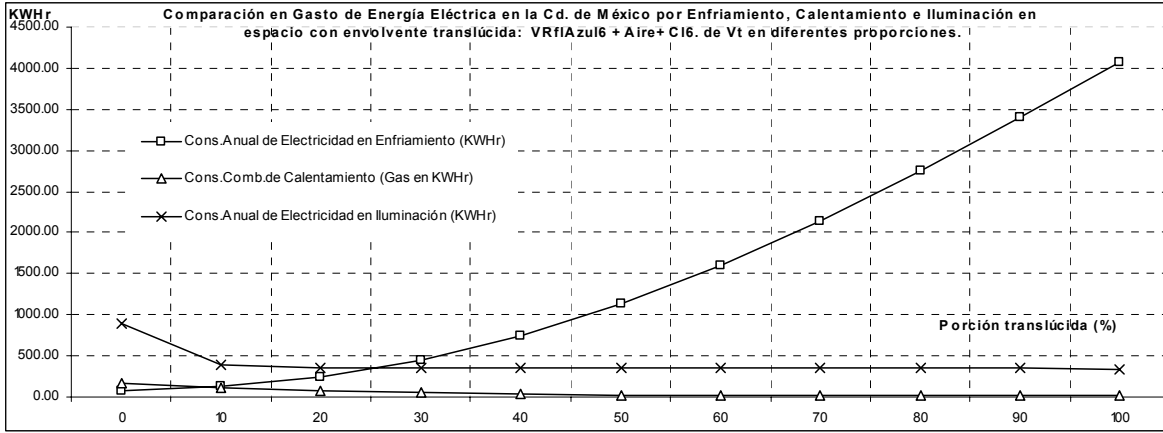
Tipo de vidrio: Vidrio con tinte Bronce, cámara de Aire y vidrio claro
 Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en la Cd. de México.



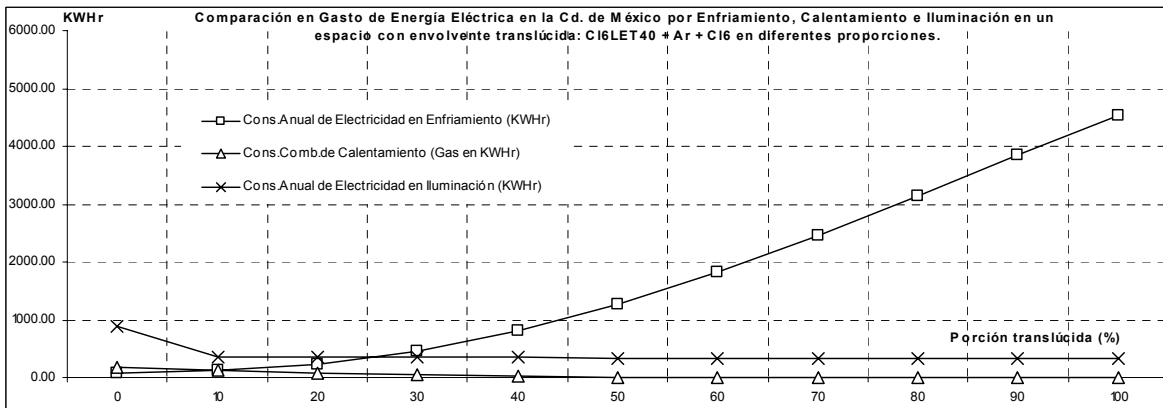
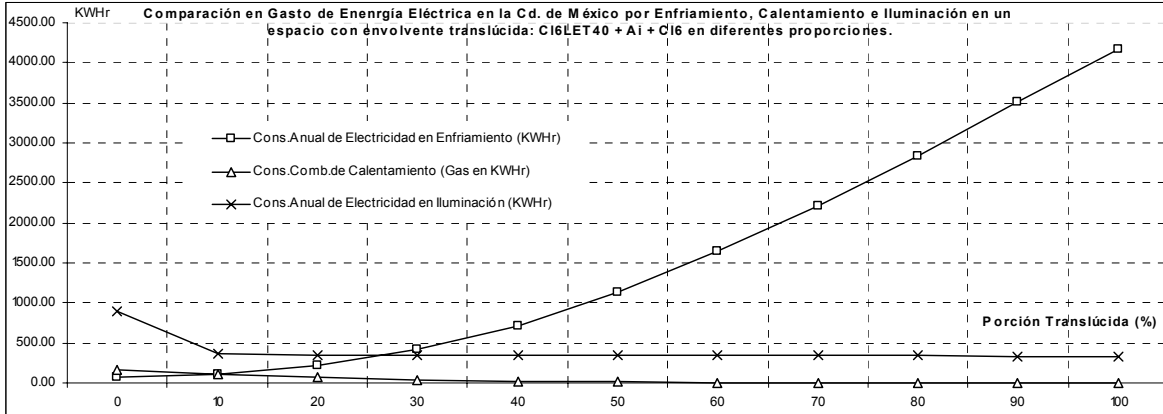
Tipo de vidrio: Vidrio con tinte Verde, cámara de Aire y vidrio claro
 Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en la Cd. de México.



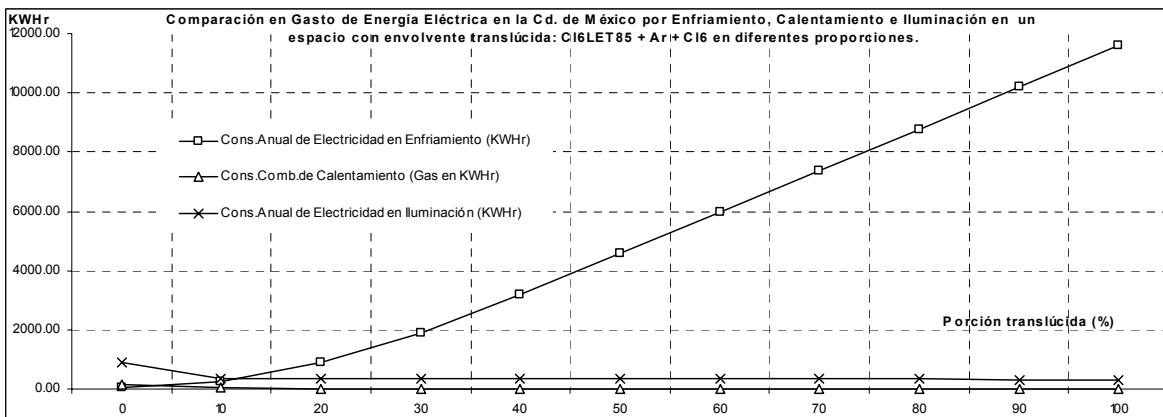
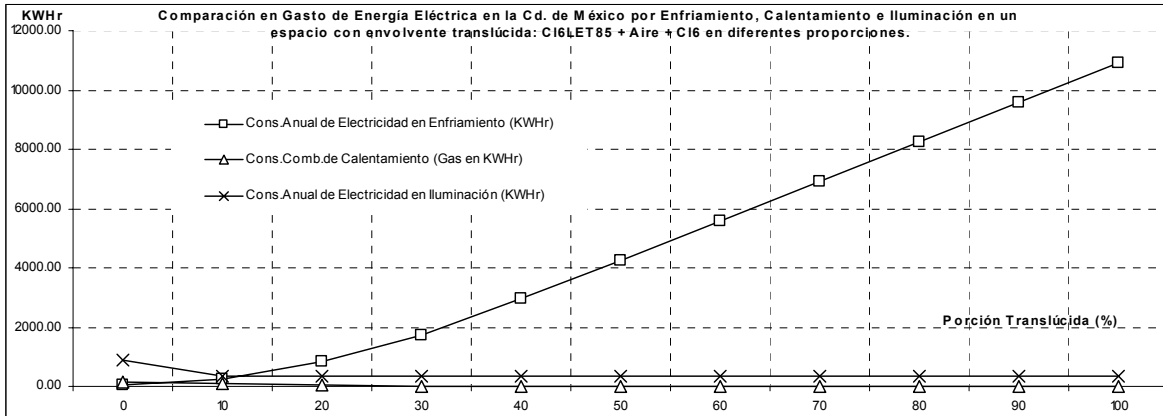
Tipo de vidrio: Vidrio Reflejante Plata , cámara de Aire y vidrio claro
 Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en la Cd. de México.



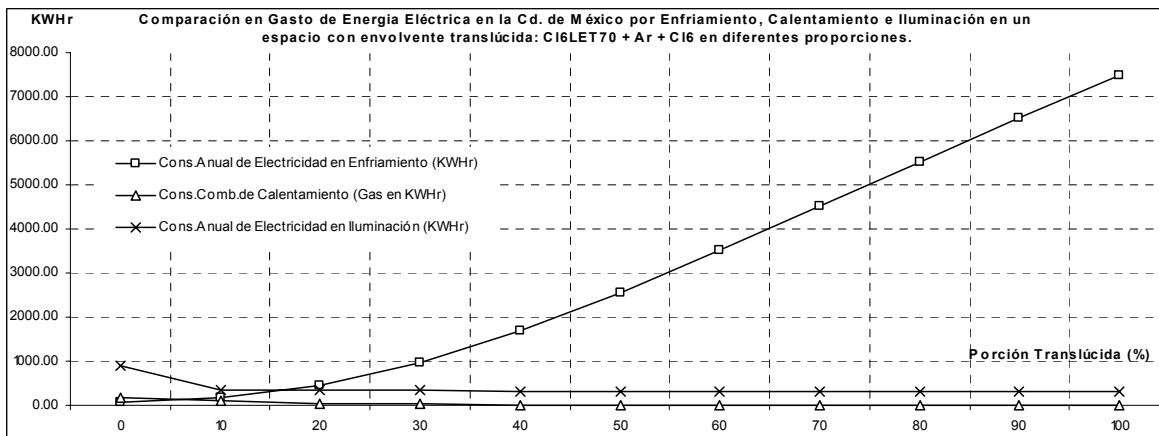
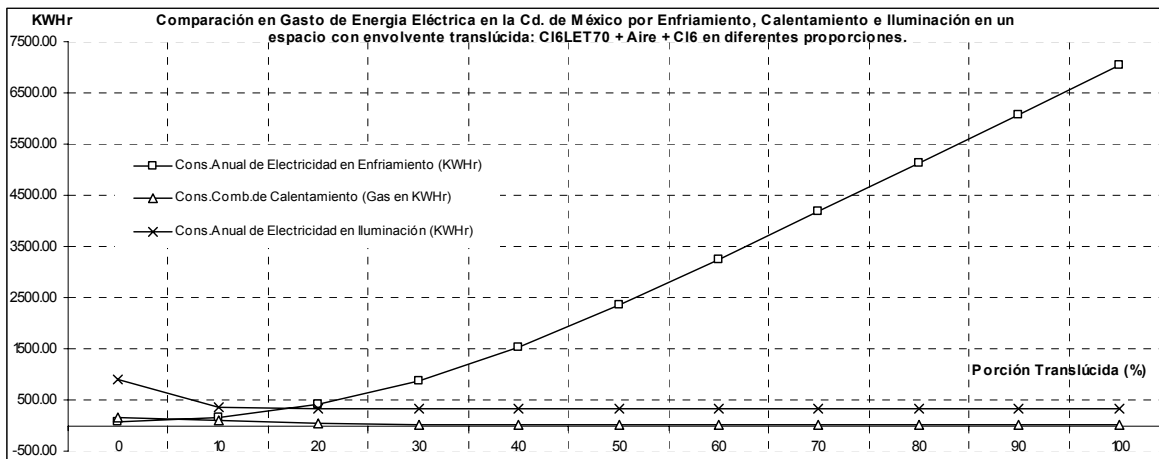
Tipo de vidrio: Vidrio Reflejante Azul, cámara de Aire y vidrio claro
 Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en la Cd. de México.



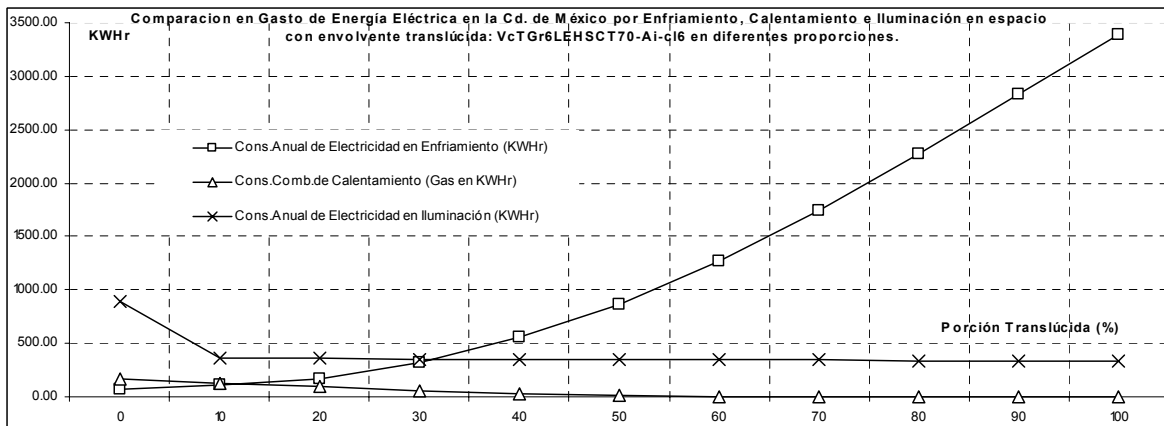
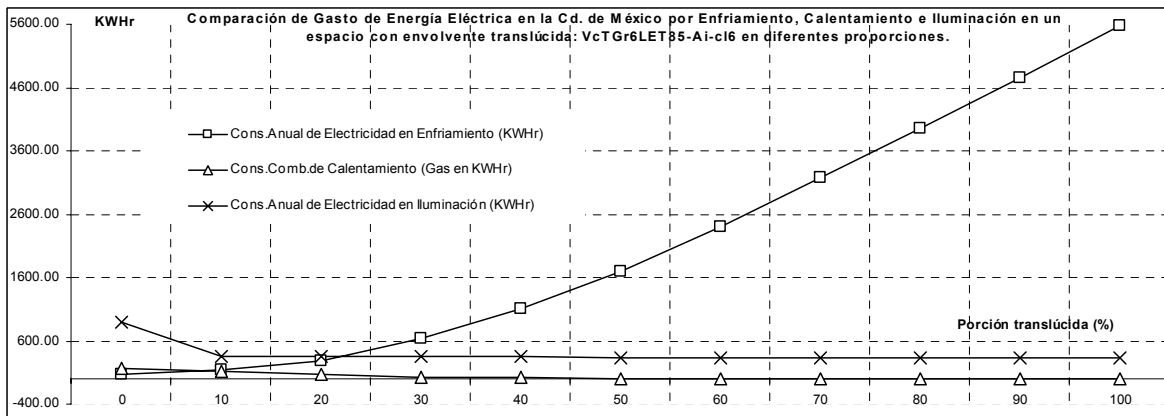
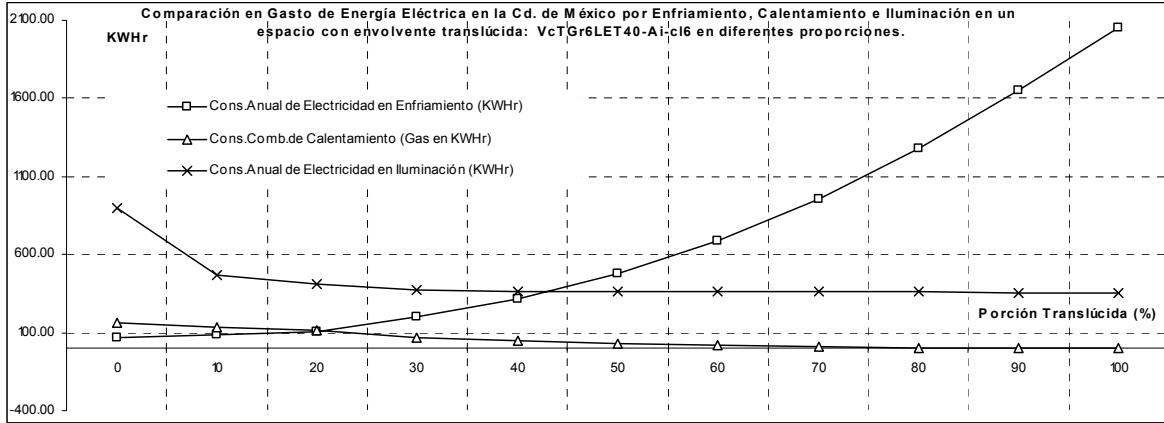
Tipo de vidrio: Vidrio Claro LET40 (Ai/Ar), cámara de Aire y vidrio claro
 Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en la Cd. de México.



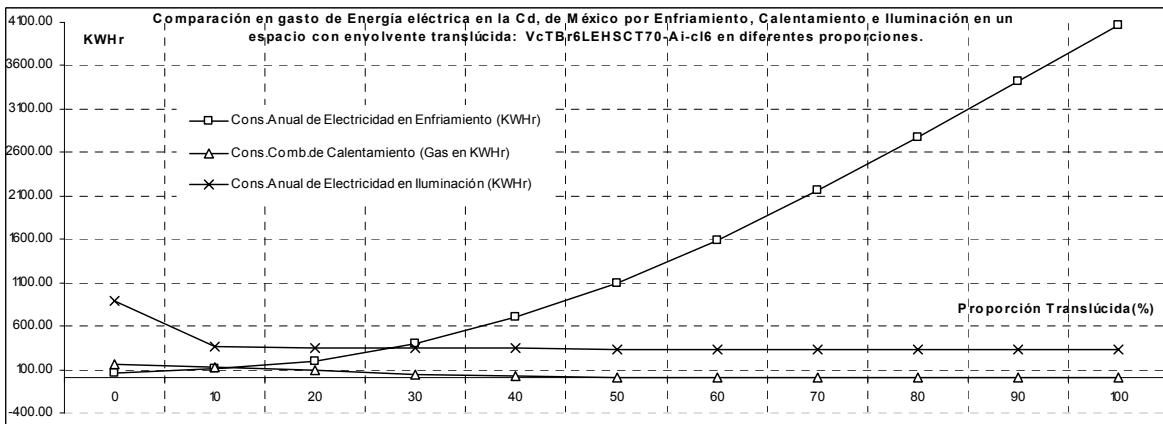
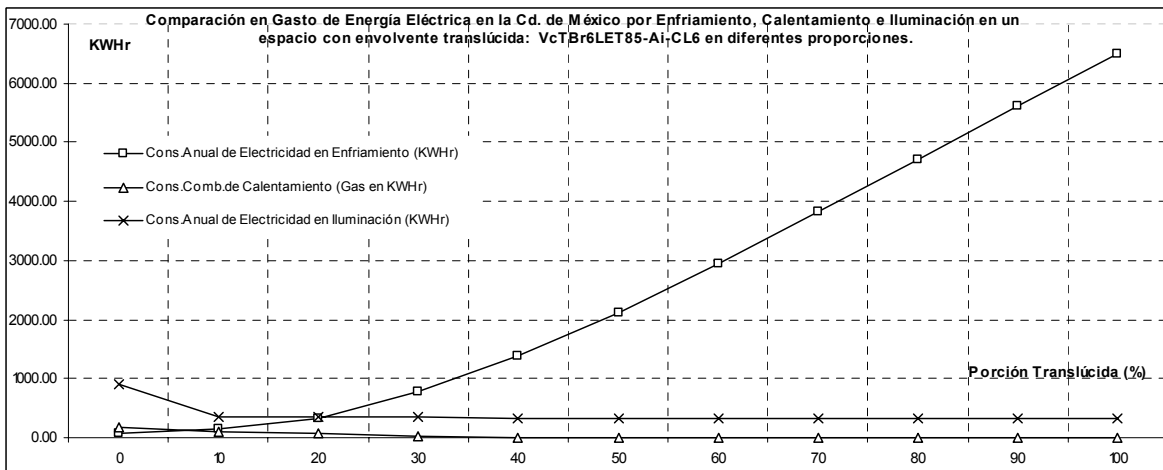
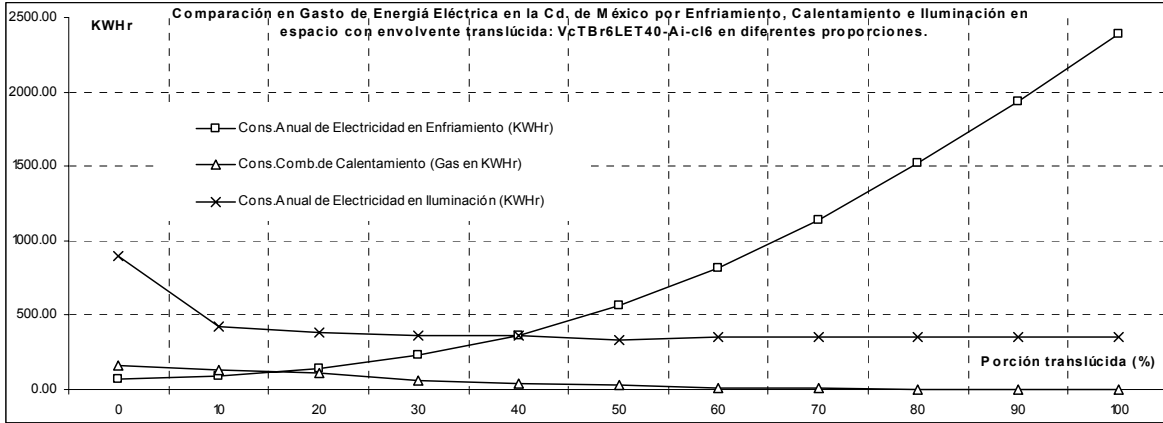
vidrio: Vidrio Claro LET85 (Ai/Ar), cámara de Aire y vidrio claro
 Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en la Cd. de México.



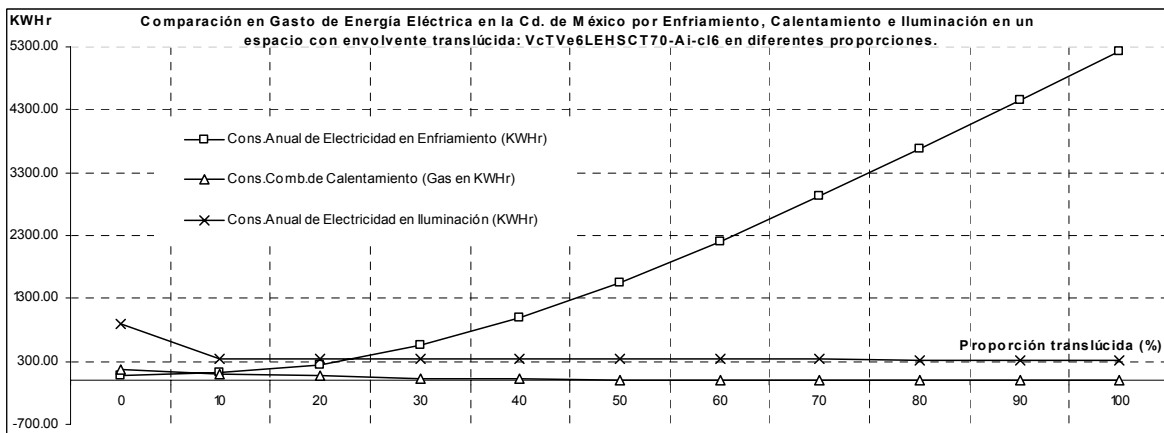
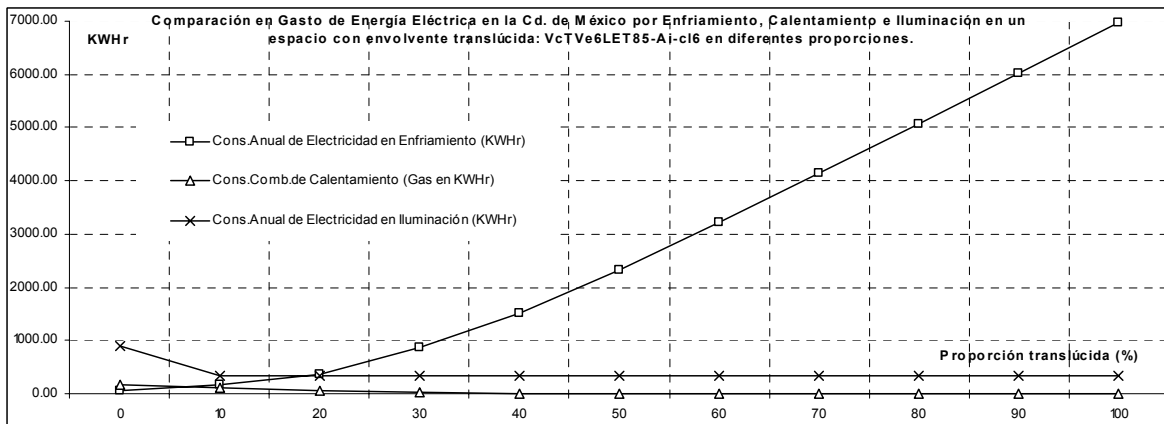
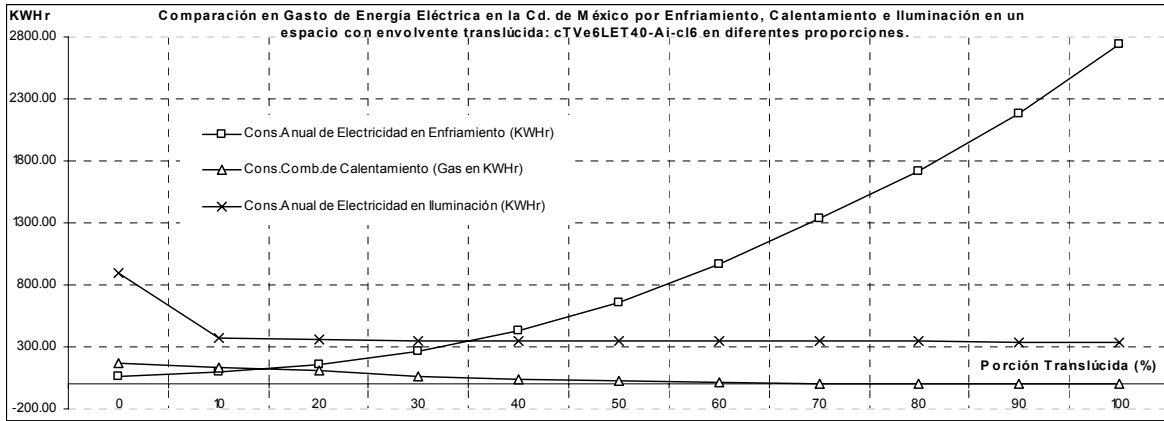
Tipo de vidrio: Vidrio Claro LET70 (Ai/Ar), cámara de Aire y vidrio claro
 Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en la Cd. de México.



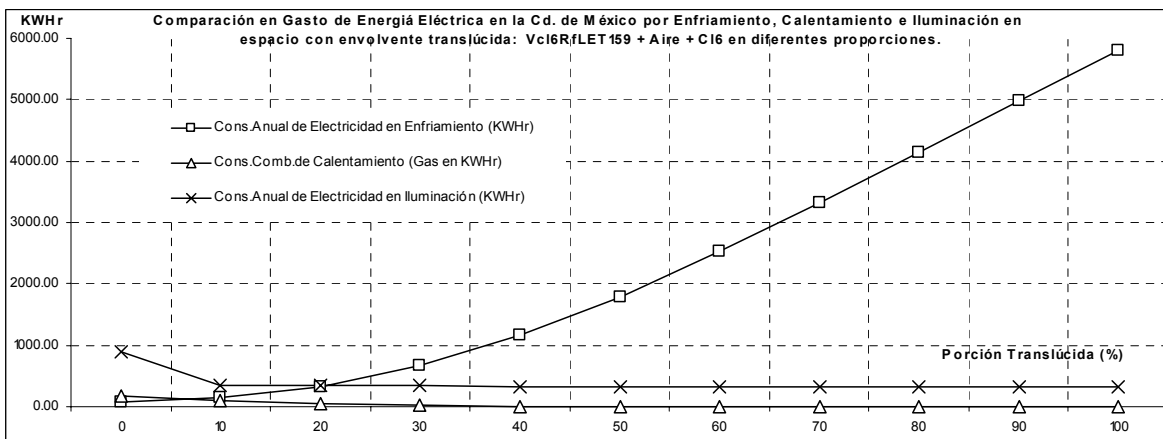
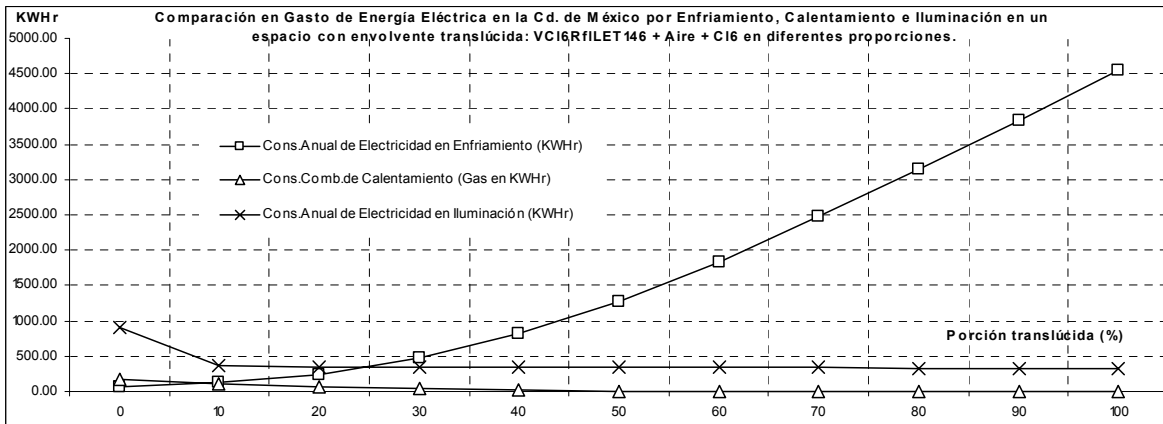
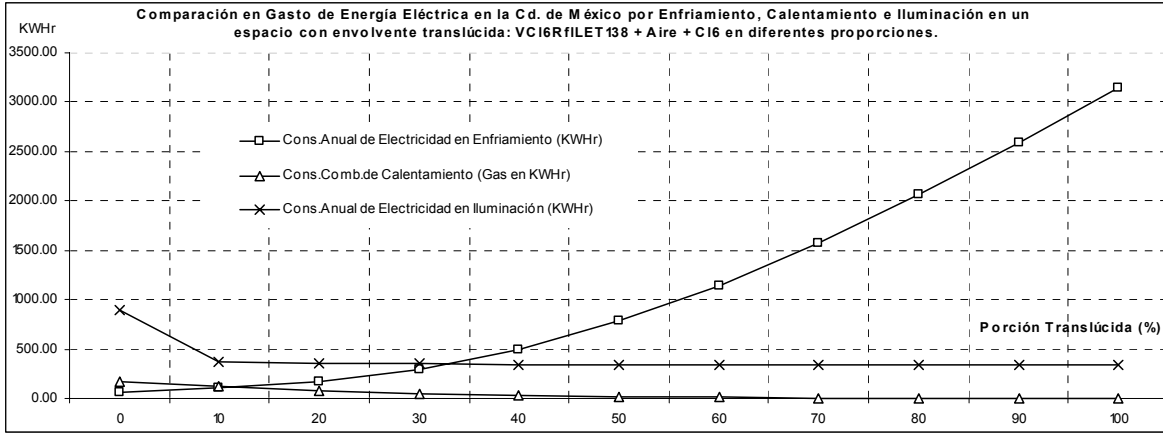
Tipo de vidrio: Vidrio con Tinte Gris LET40-85-70, cámara de Aire y vidrio claro
 Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en la Cd. de México.



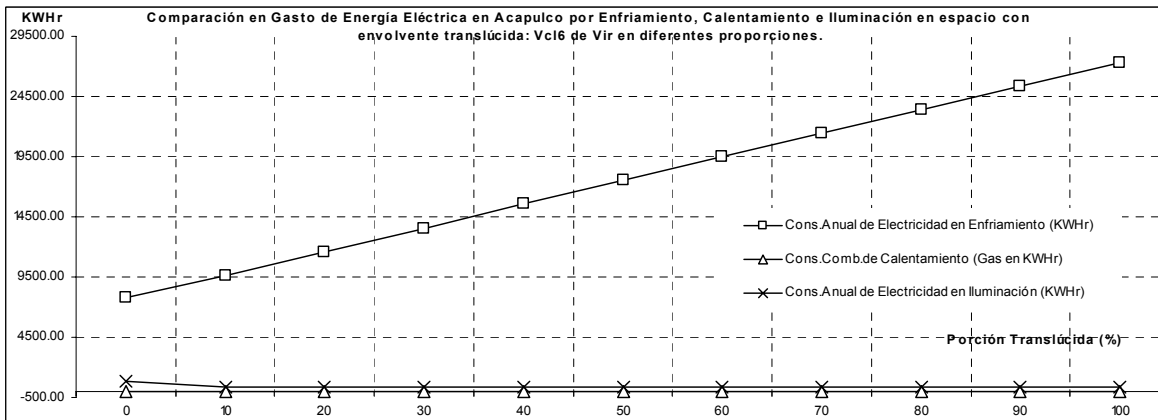
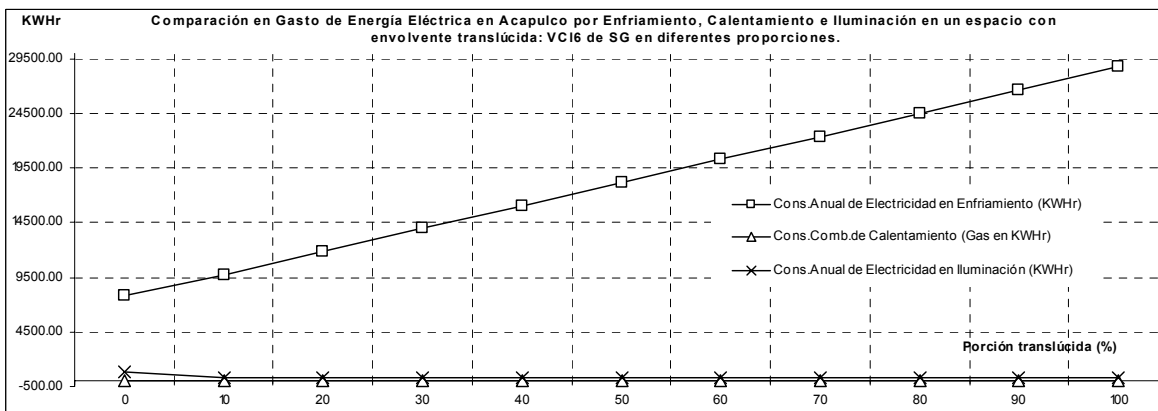
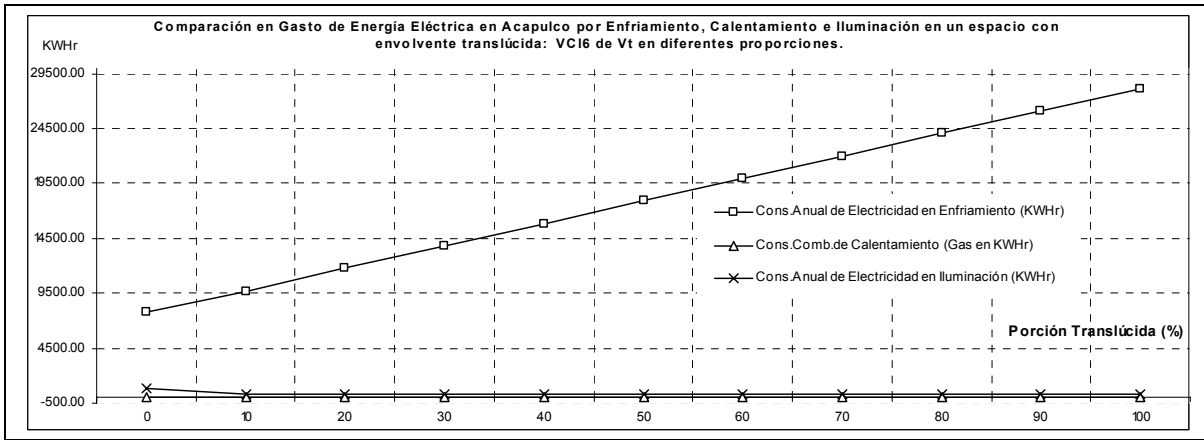
Tipo de vidrio: Vidrio con Tinte Bronce LET40-85-70, cámara de Aire y vidrio claro
 Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en la Cd. de México.



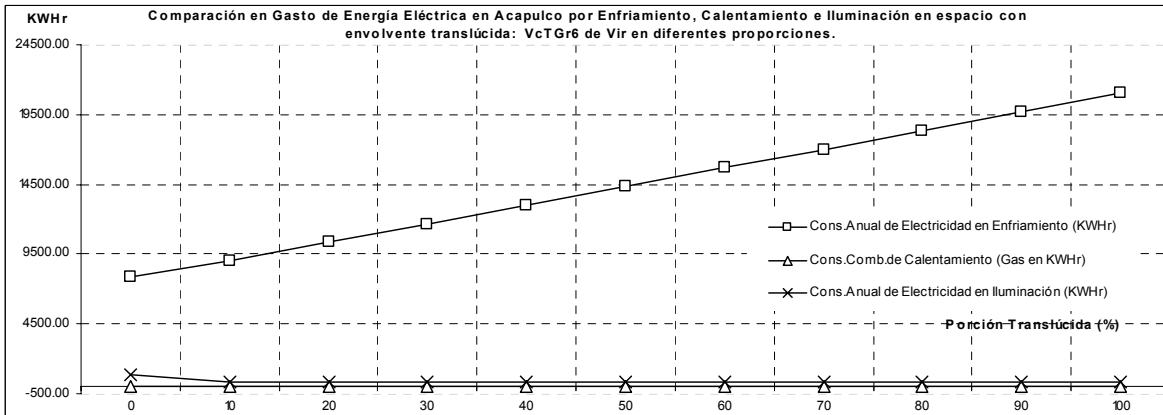
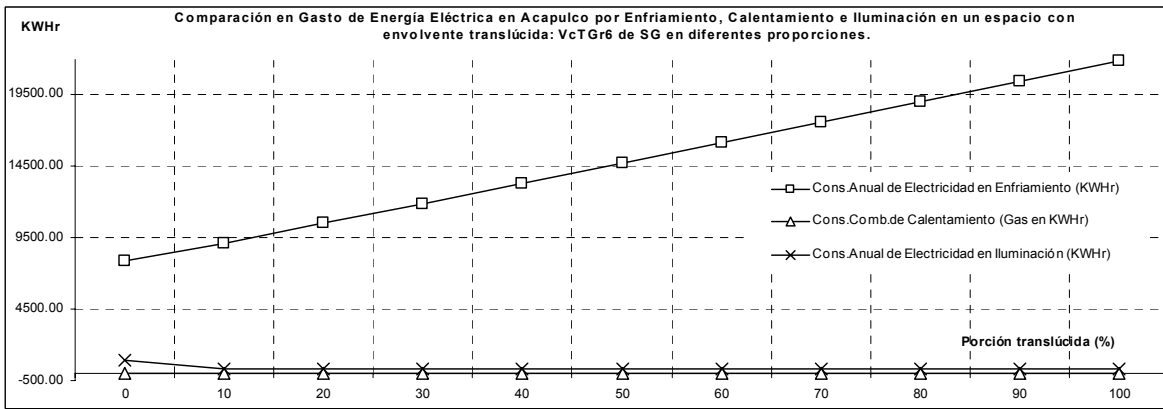
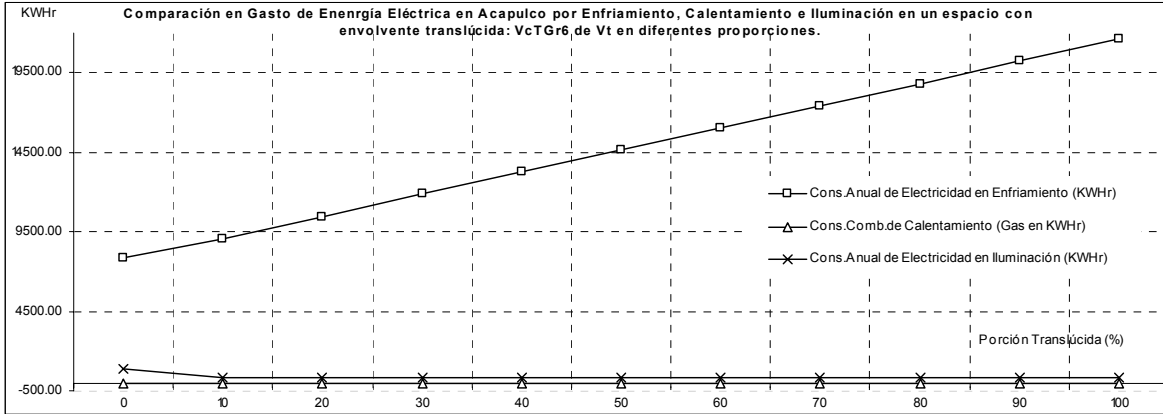
Tipo de vidrio: Vidrio con Tinte Verde LET40-85-70, cámara de Aire y vidrio claro
 Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en la Cd. de México.



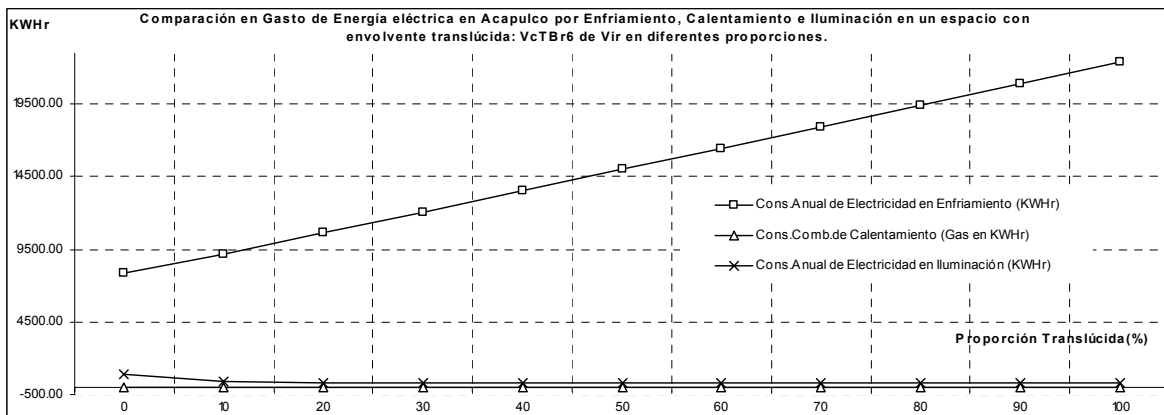
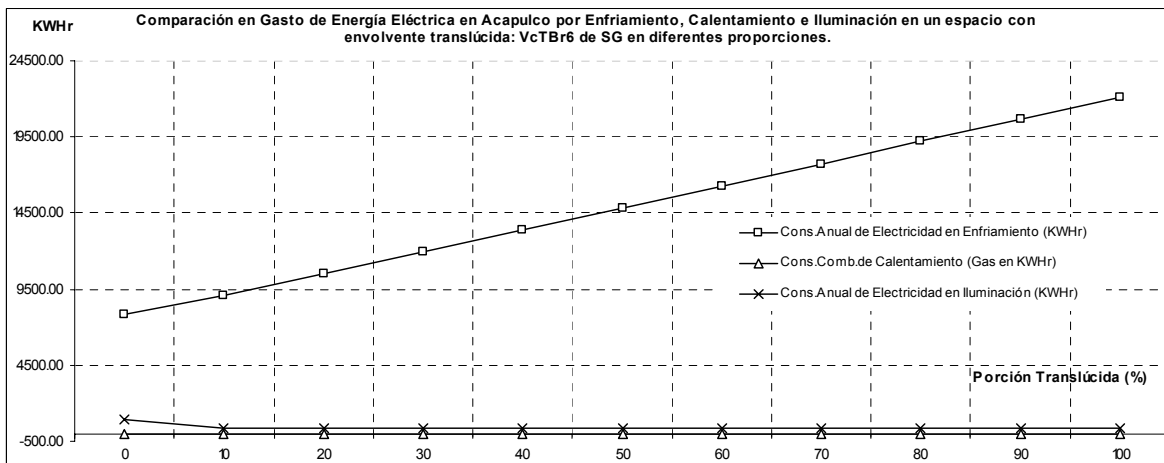
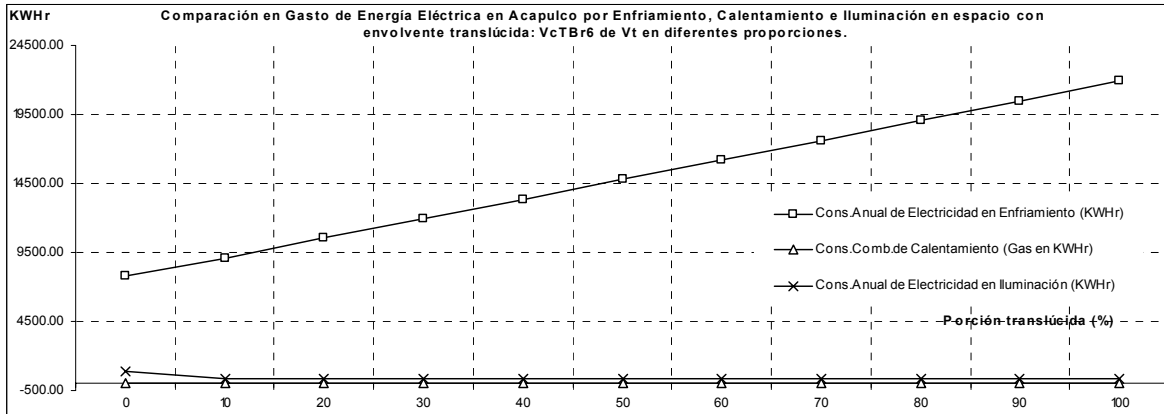
Tipo de vidrio: Vidrio Reflejante con LET138-146-159, cámara de Aire y vidrio claro
 Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en la Cd. de México.



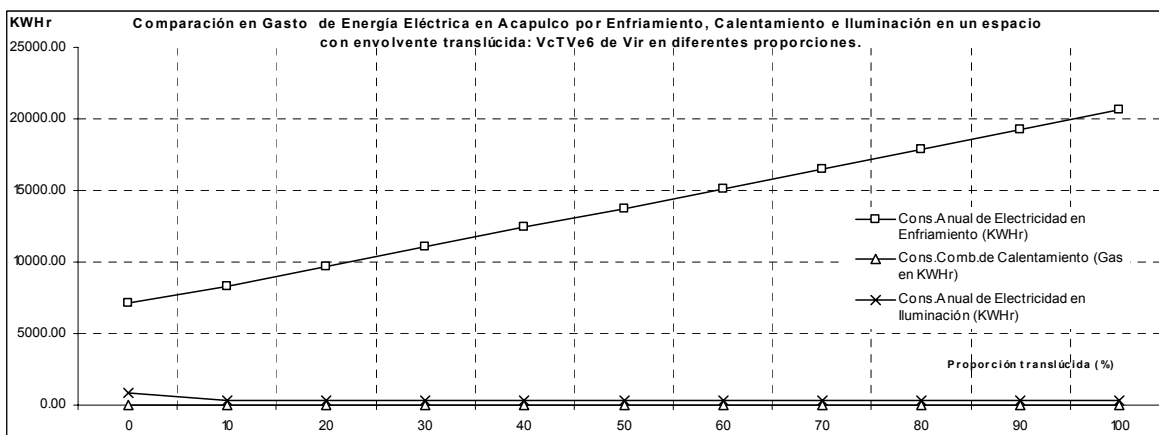
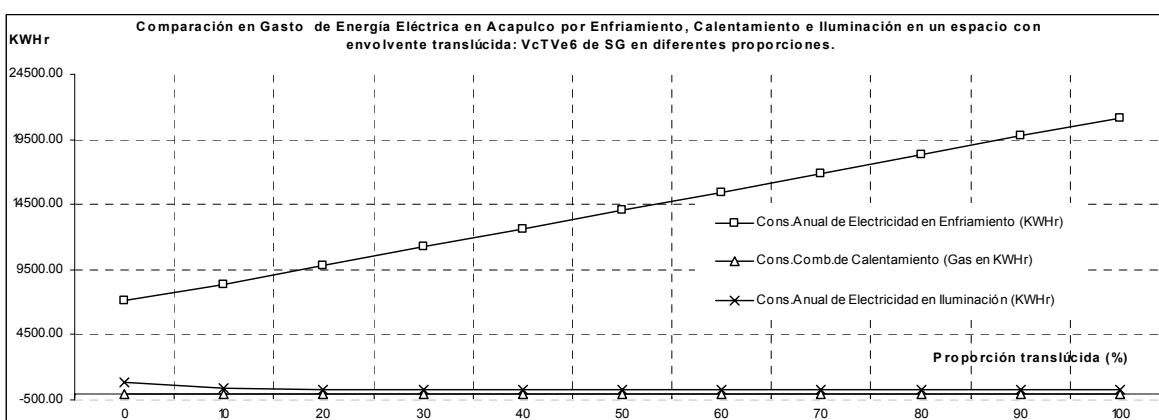
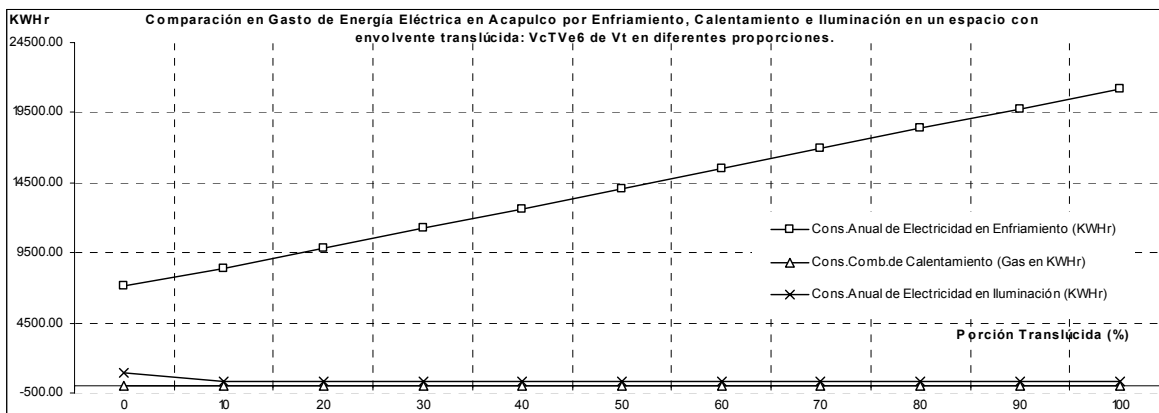
Tipo de vidrio: Vidrio claro
 Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en Acapulco.



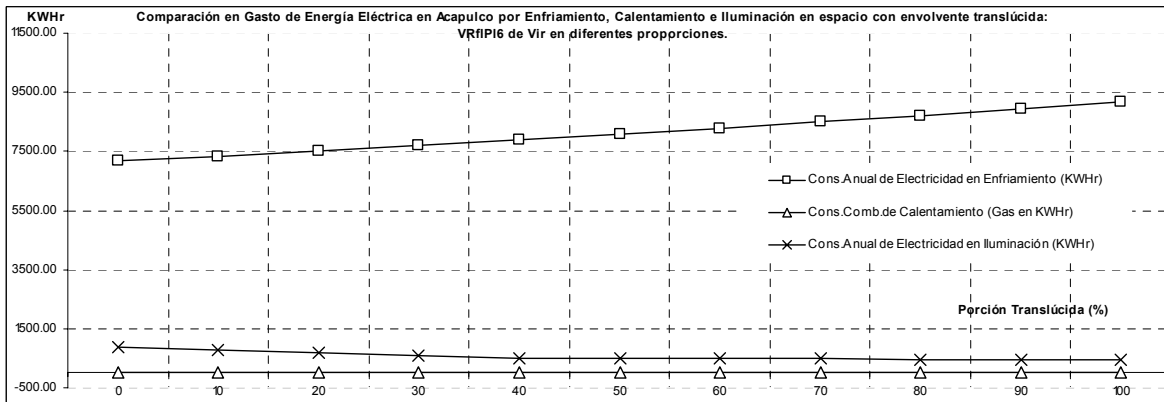
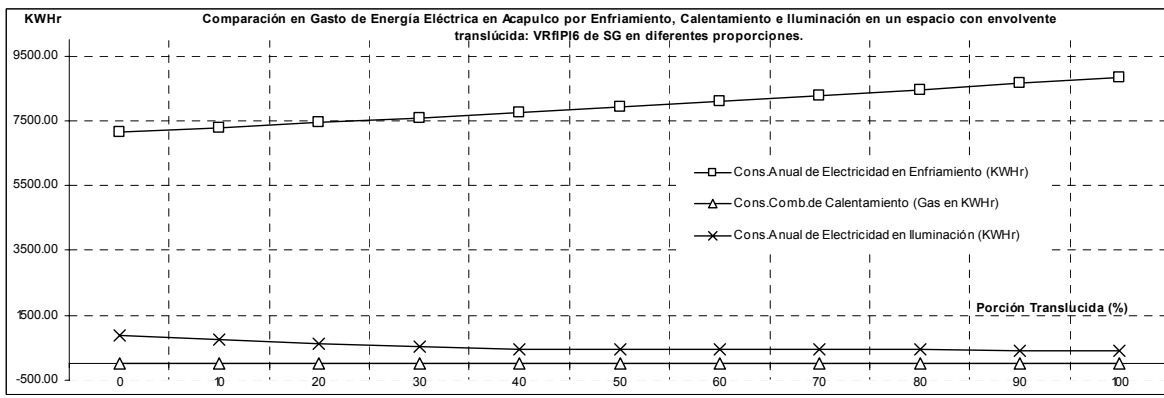
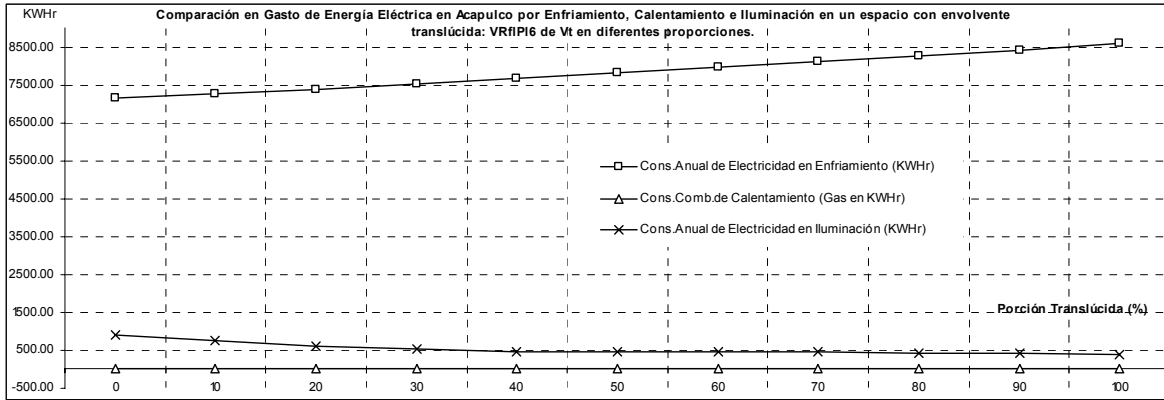
Tipo de vidrio: Vidrio con tinte Gris
 Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en Acapulco.



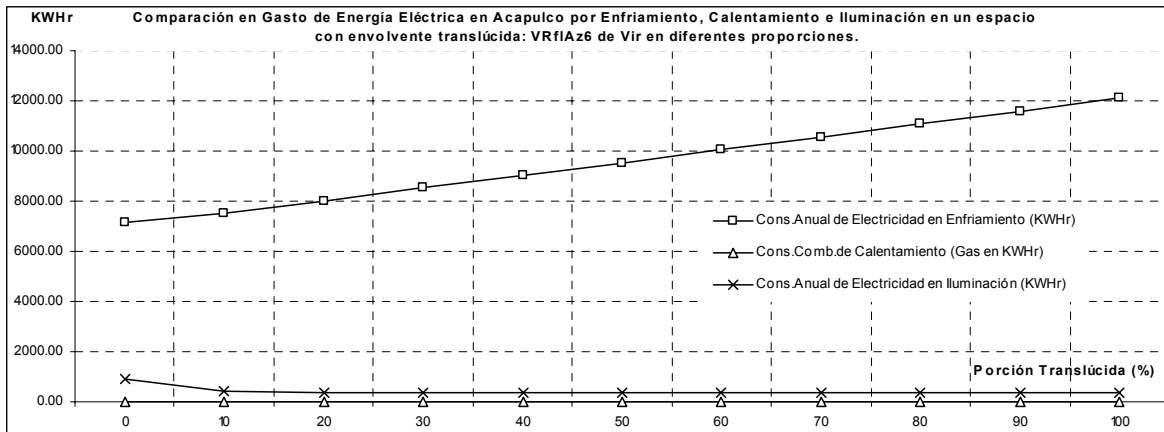
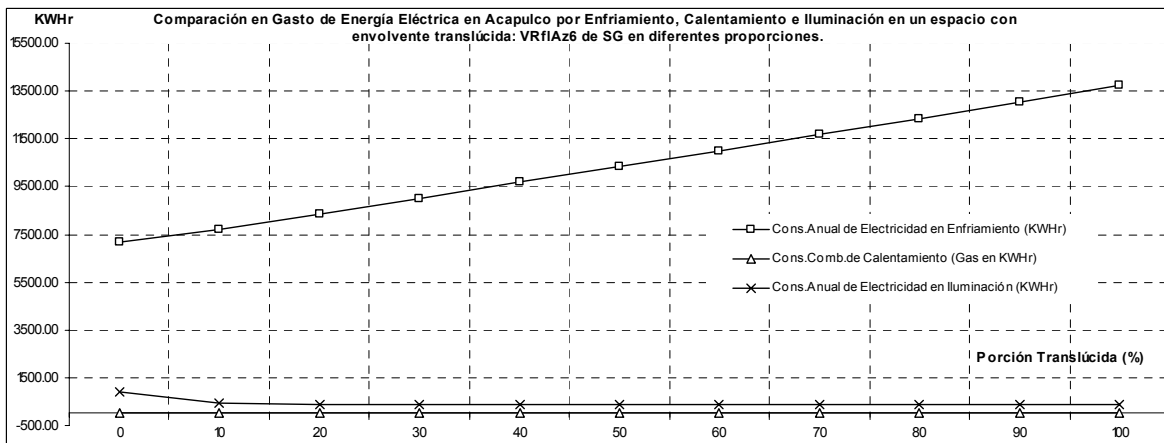
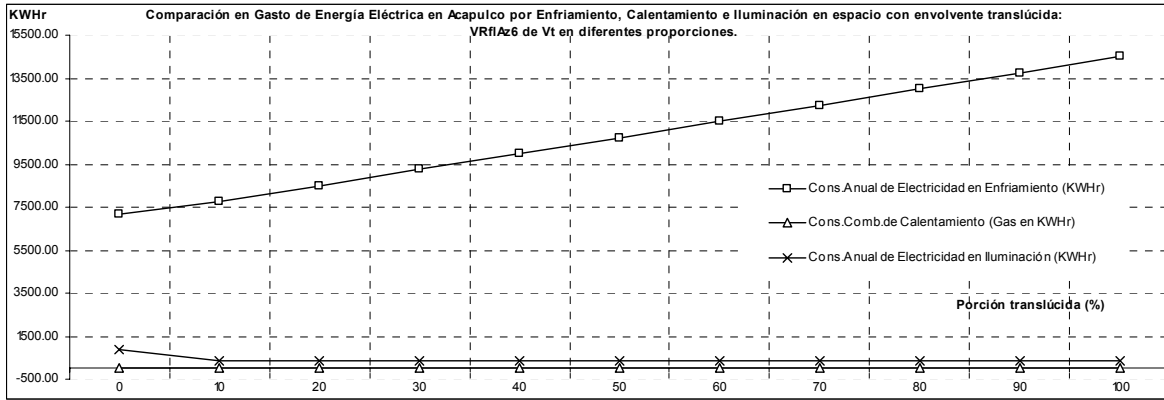
Tipo de vidrio: Vidrio con tinte Bronce
 Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en Acapulco.



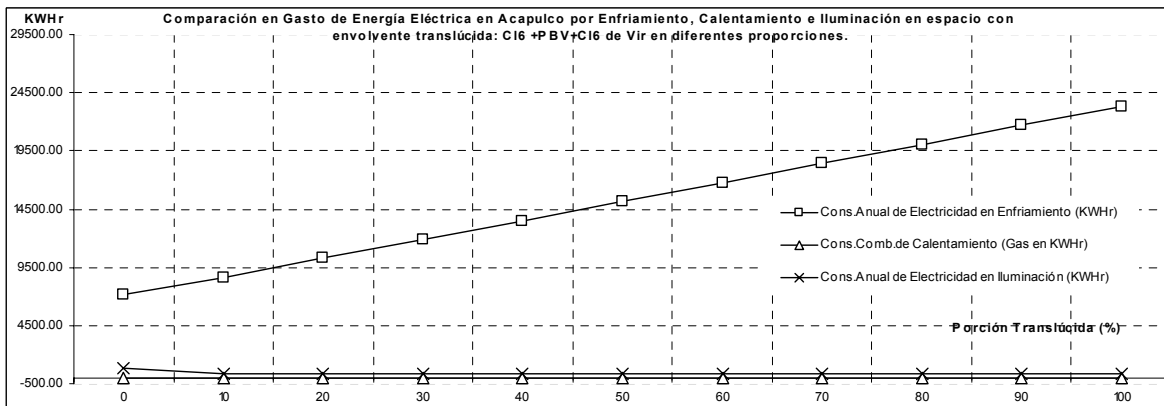
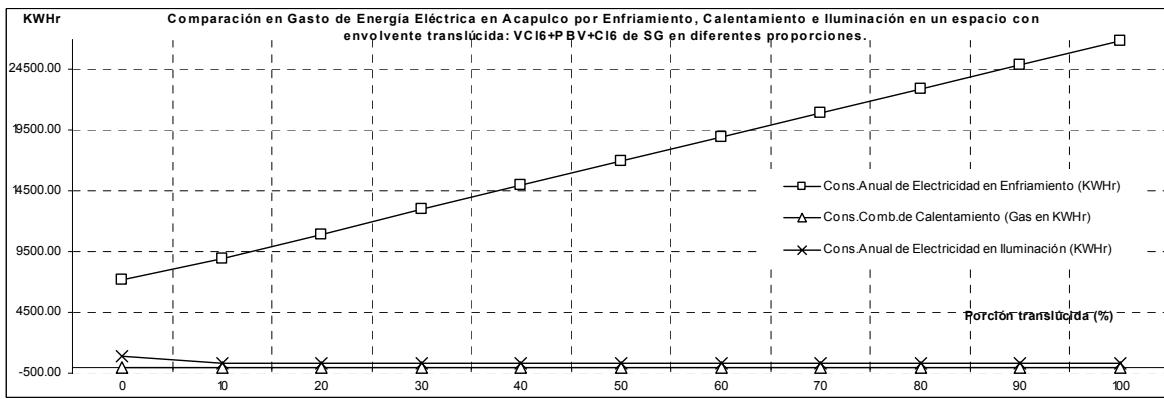
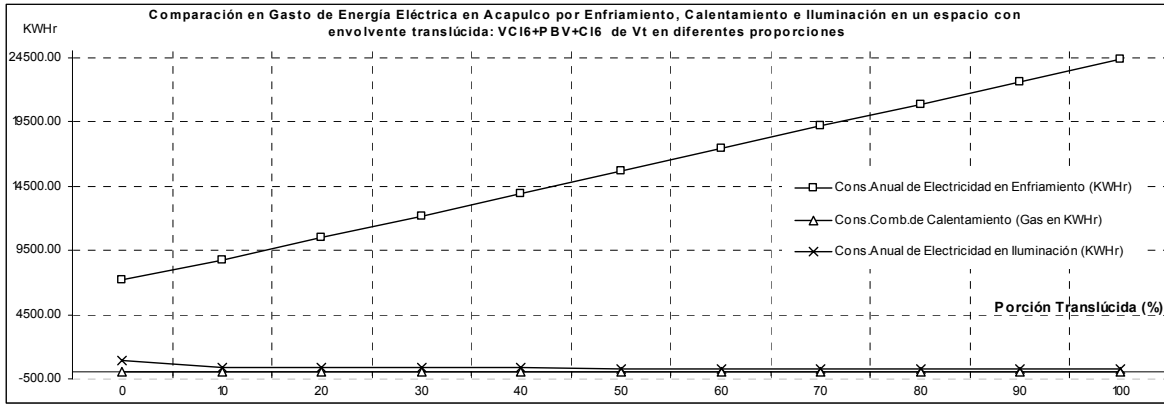
Tipo de vidrio: Vidrio con tinte Verde
 Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en Acapulco.



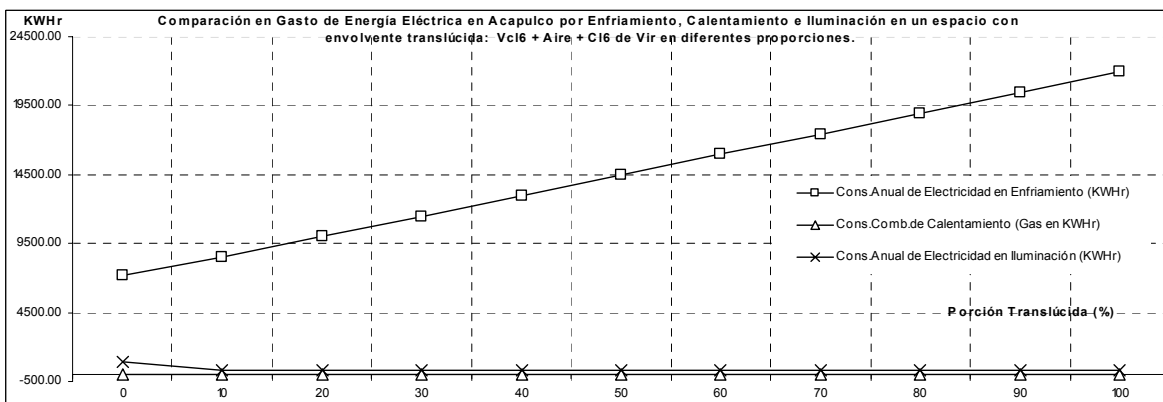
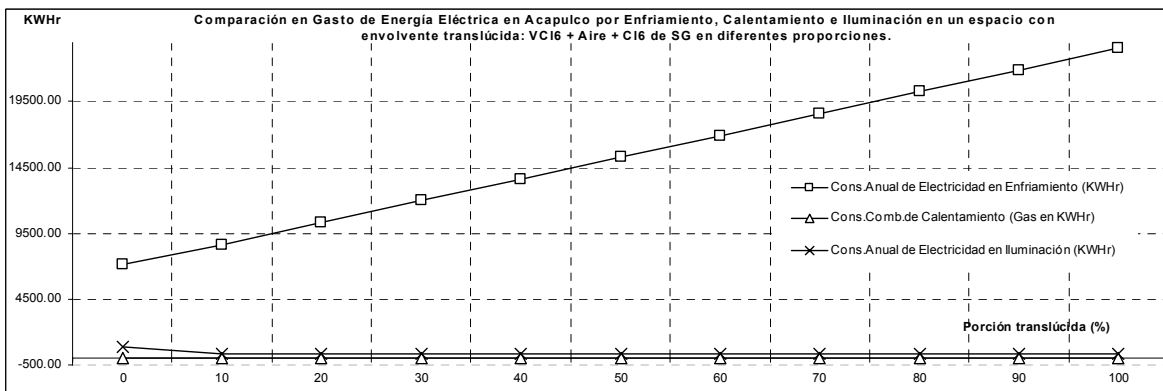
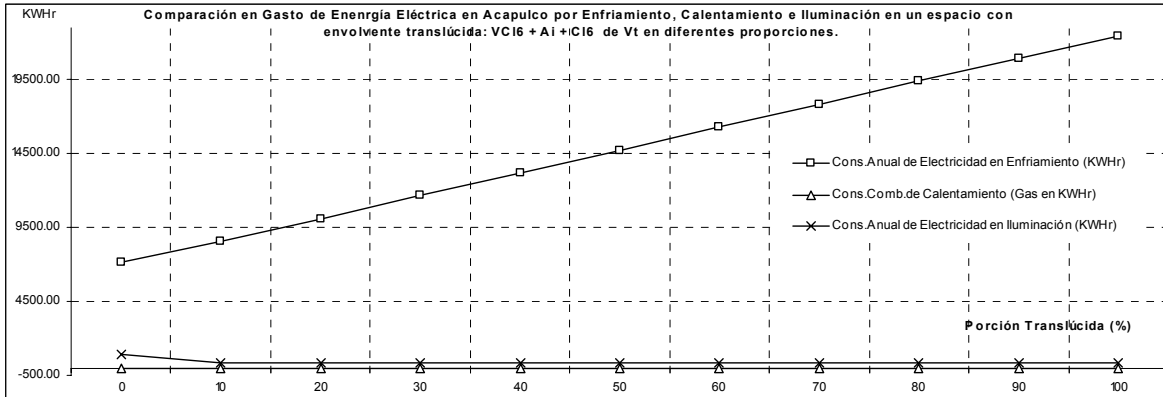
Tipo de vidrio: Vidrio Reflejante Plata
Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en Acapulco.



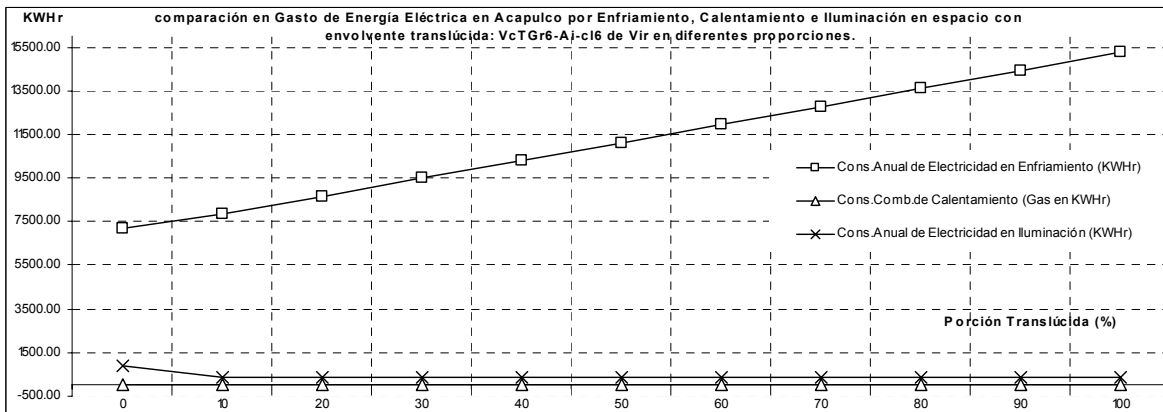
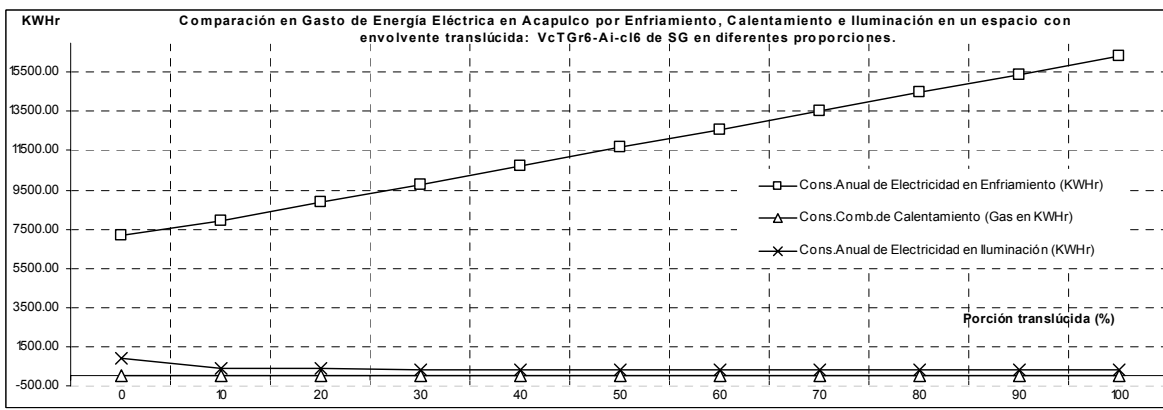
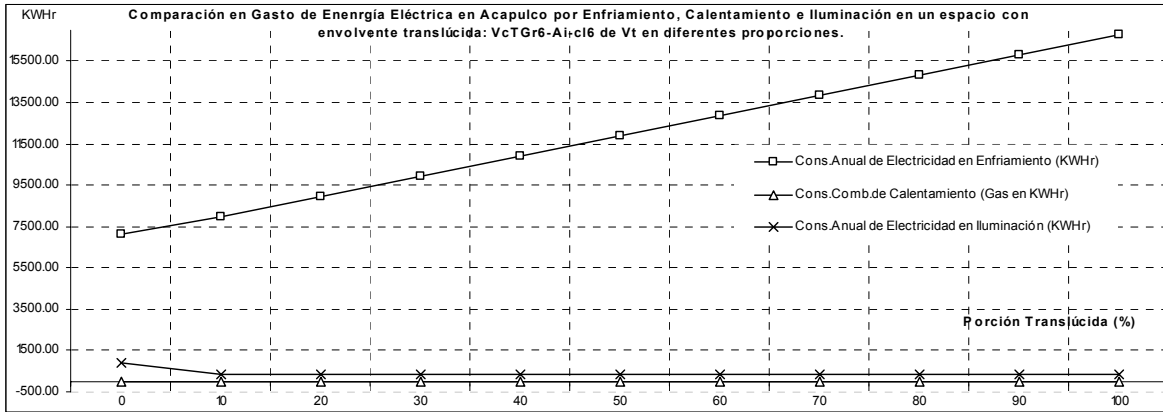
Tipo de vidrio: Vidrio Reflejante Azul
 Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en Acapulco.



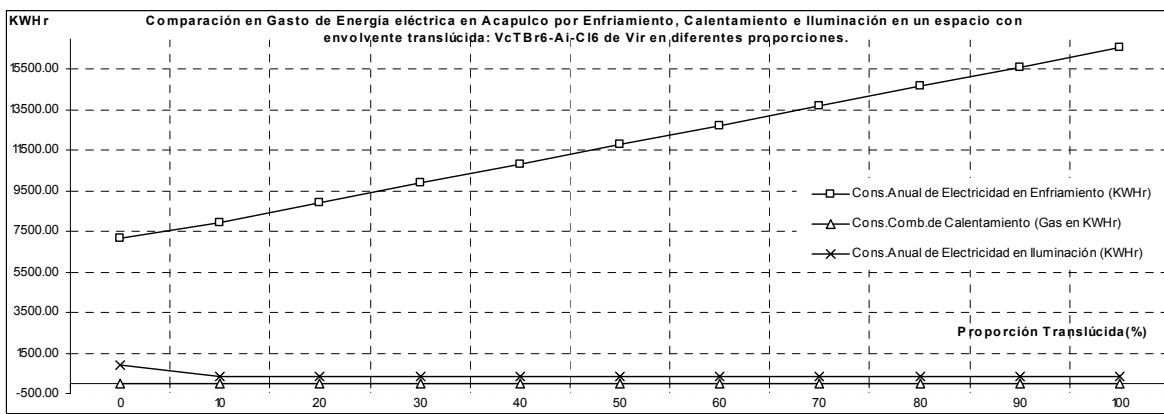
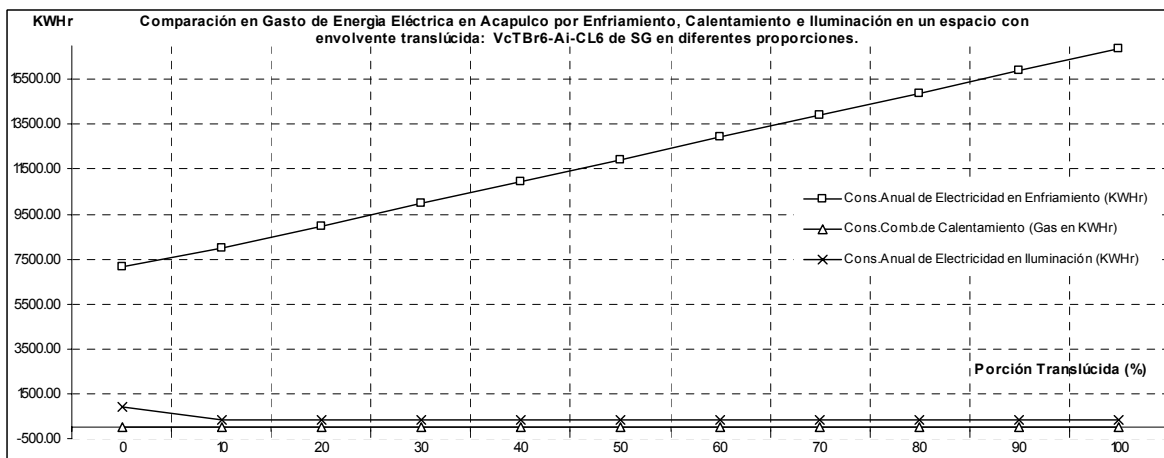
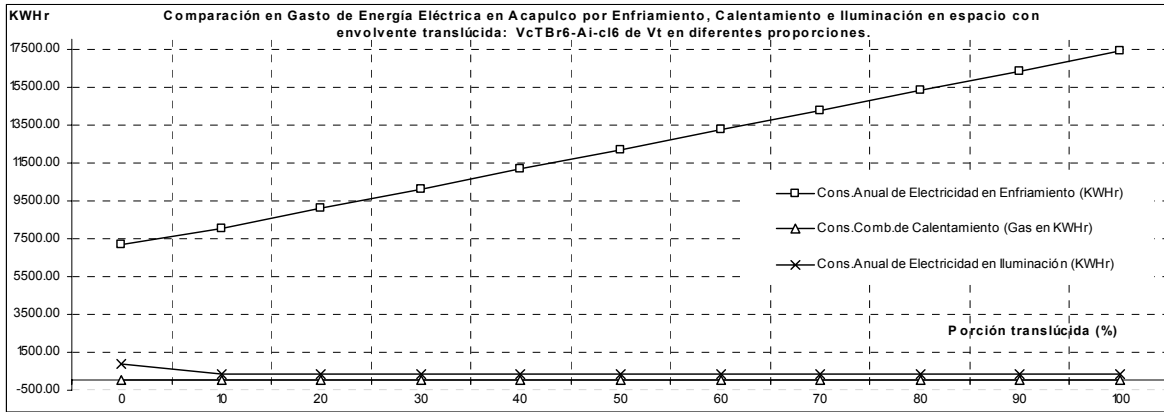
Tipo de vidrio: Vidrio Laminado
 Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en Acapulco.



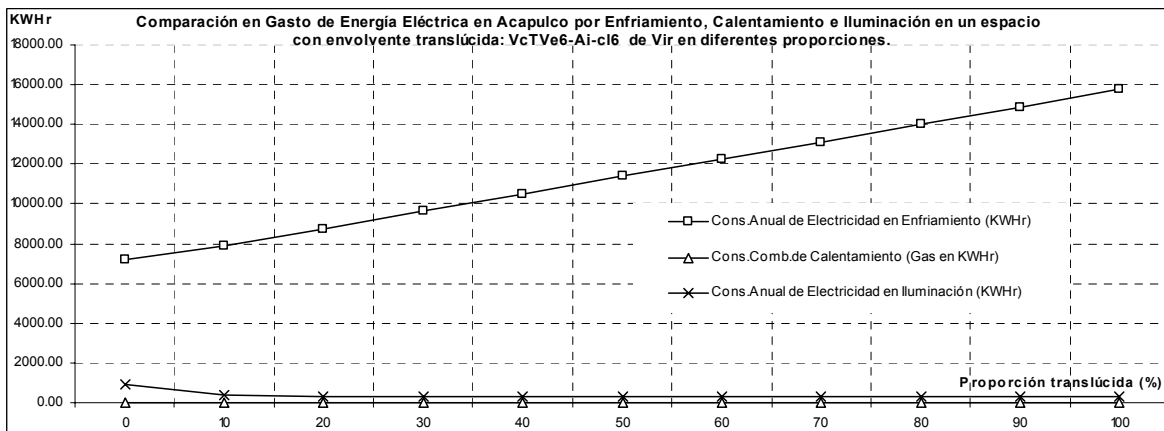
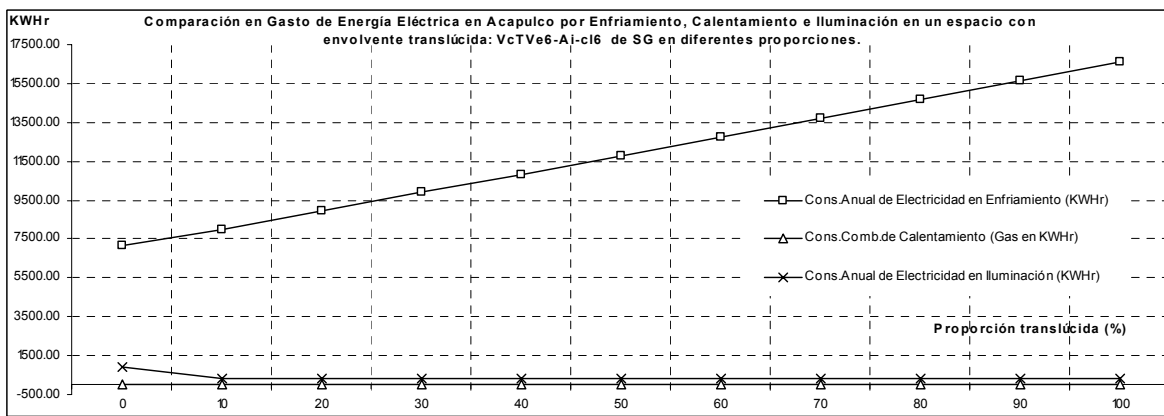
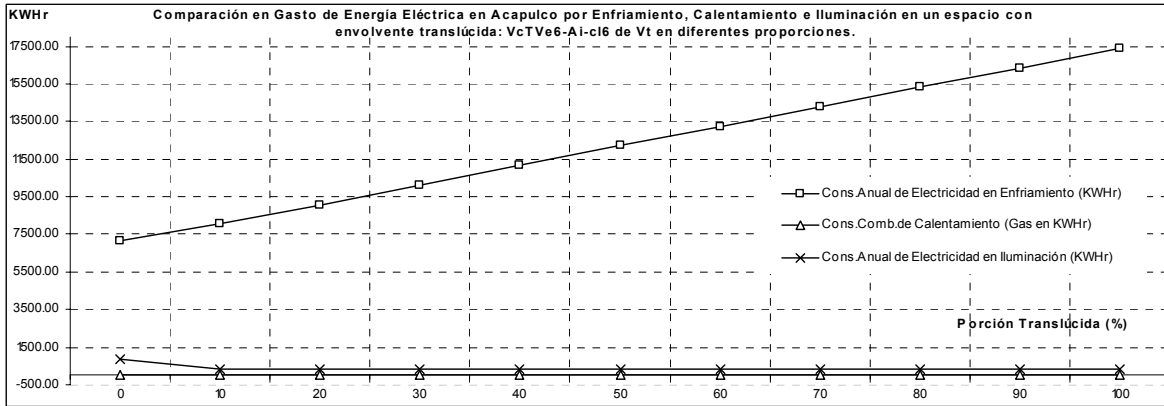
Tipo de vidrio: Dos Vidrios Claros con Cámara de aire
 Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en Acapulco.



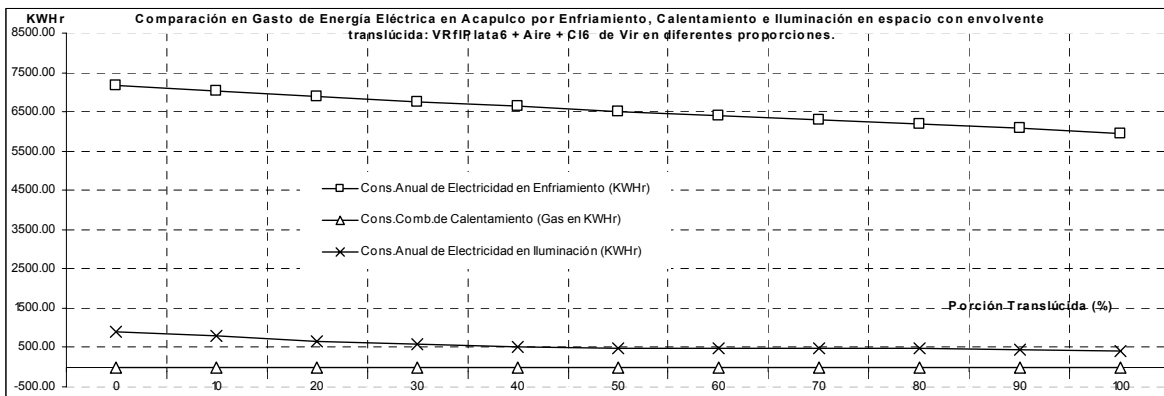
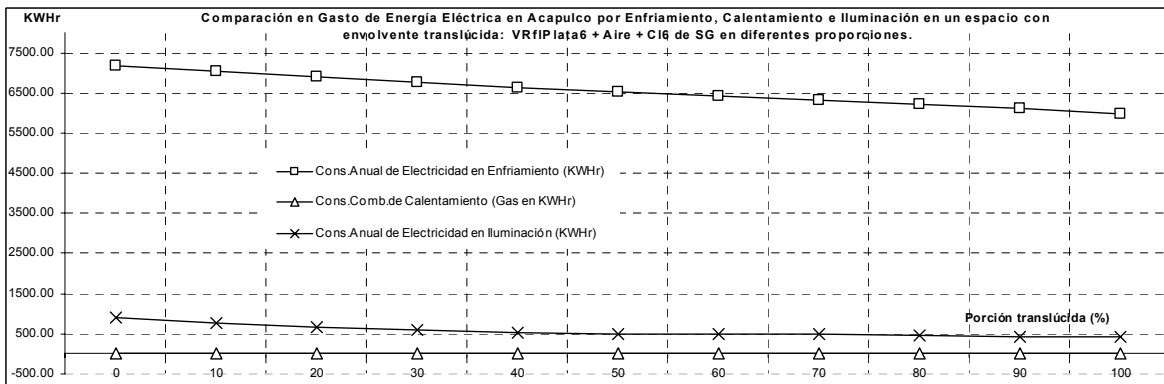
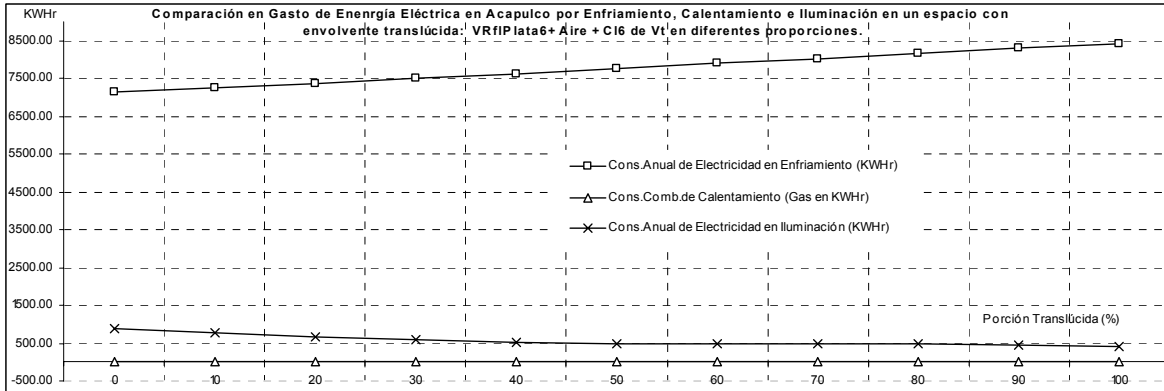
Tipo de vidrio: Vidrio con tinte Gris, cámara de Aire y vidrio claro
 Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en Acapulco.



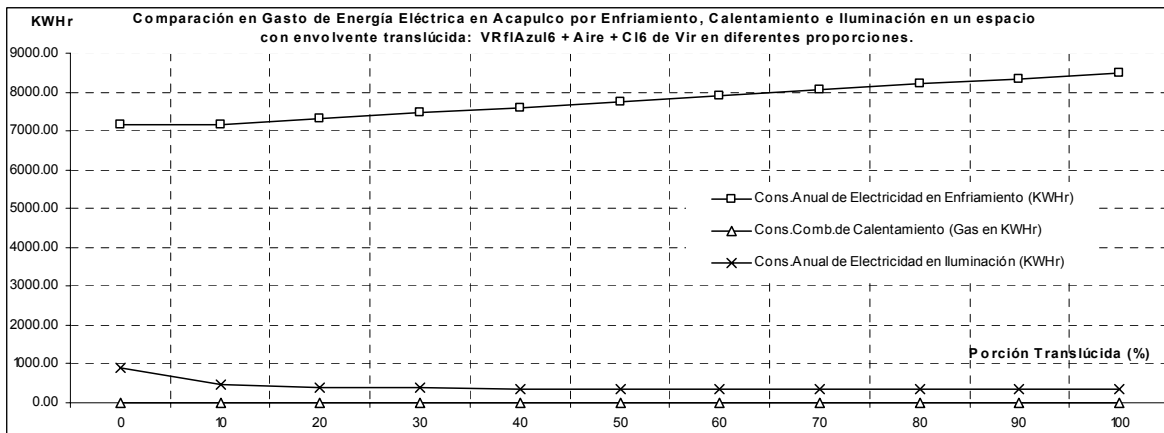
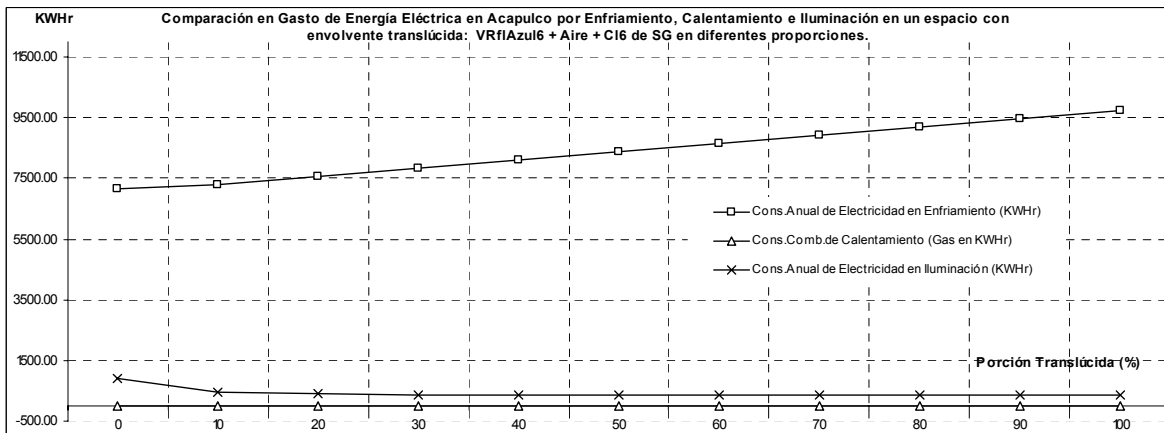
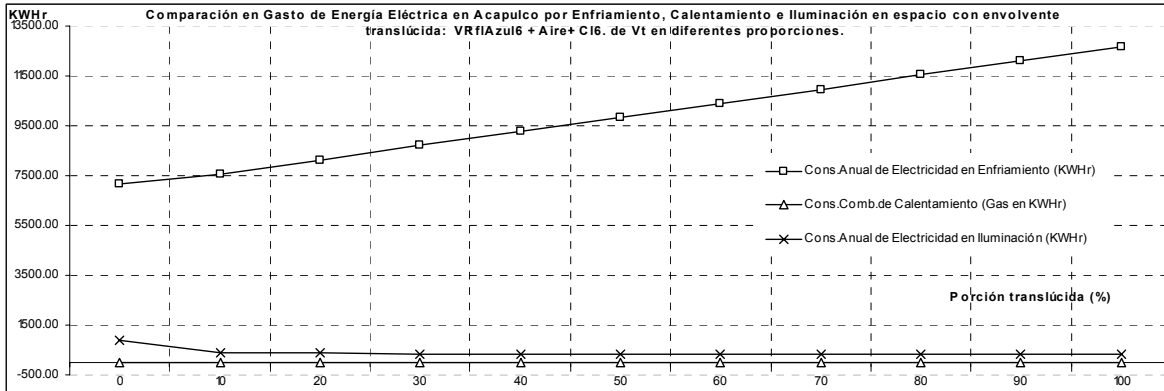
Tipo de vidrio: Vidrio con tinte Bronce, cámara de Aire y vidrio claro
 Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en Acapulco.



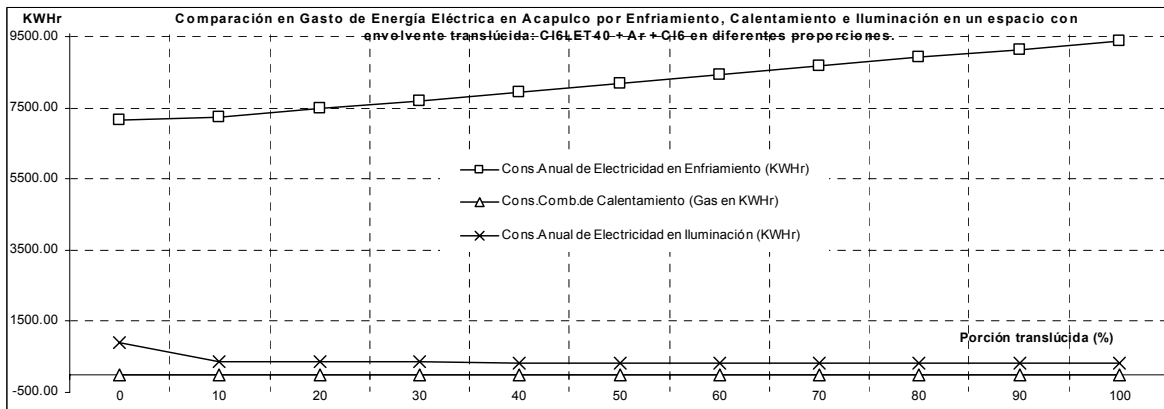
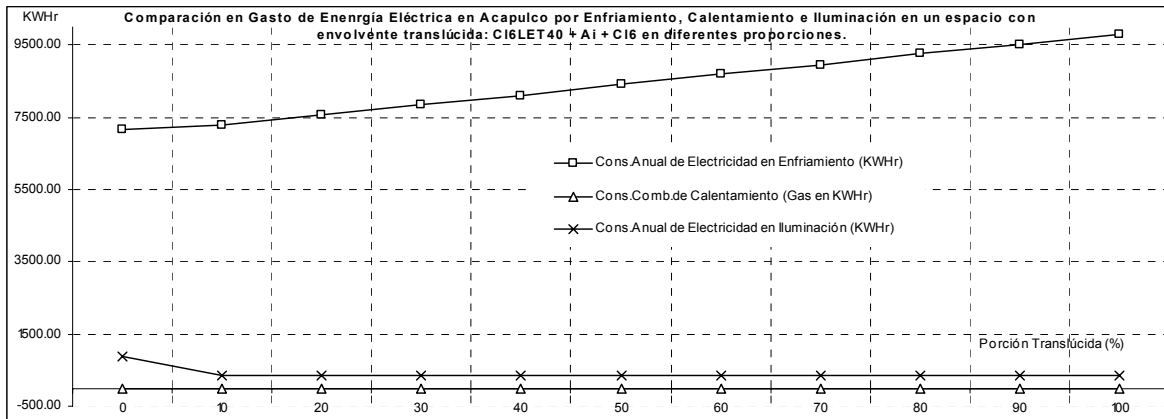
Tipo de vidrio: Vidrio con tinte Verde, cámara de Aire y vidrio claro
 Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en Acapulco.



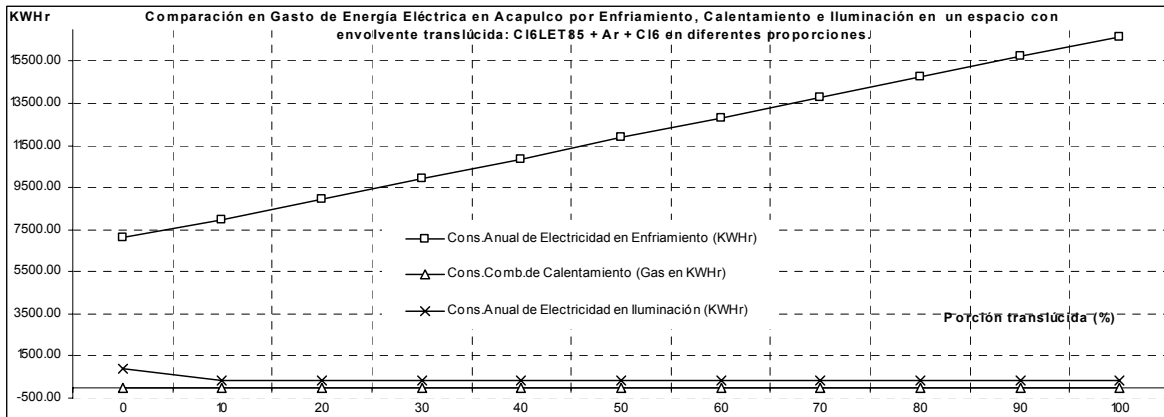
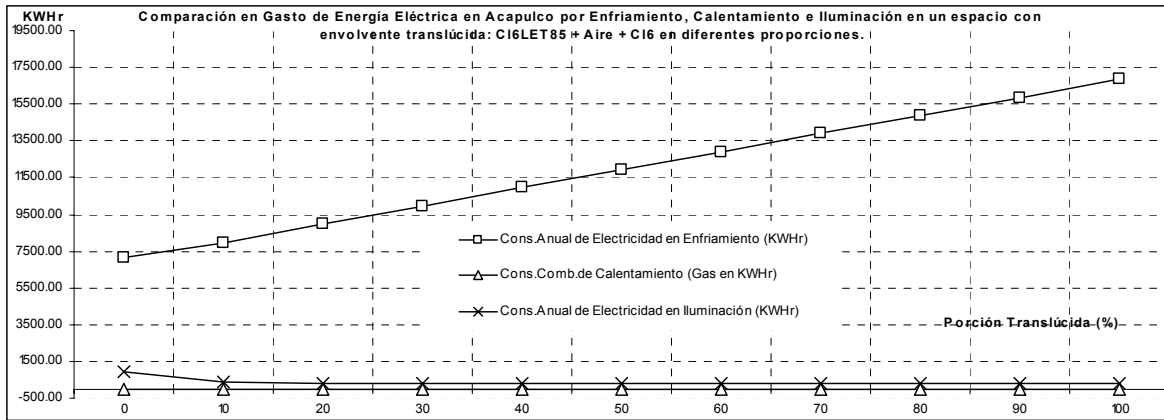
Tipo de vidrio: Vidrio Reflejante Plata , cámara de Aire y vidrio claro
 Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en Acapulco.



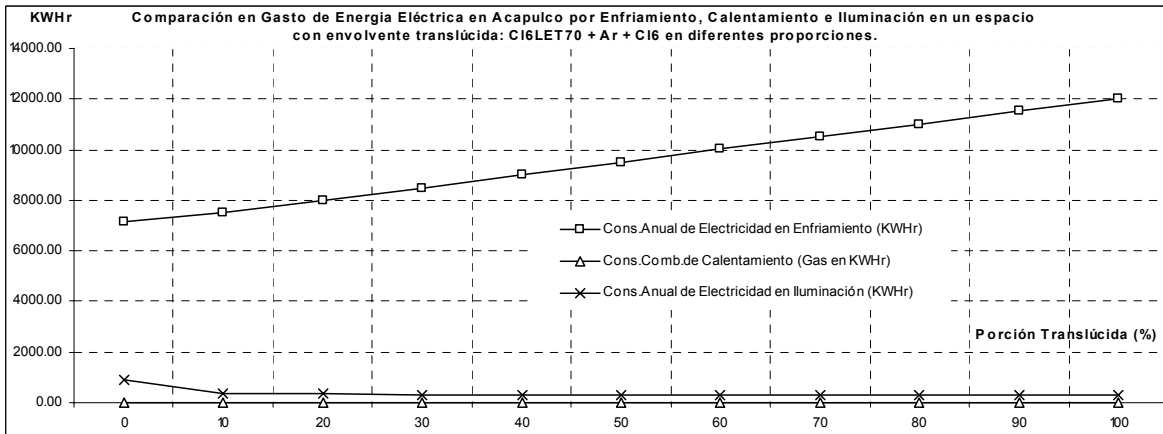
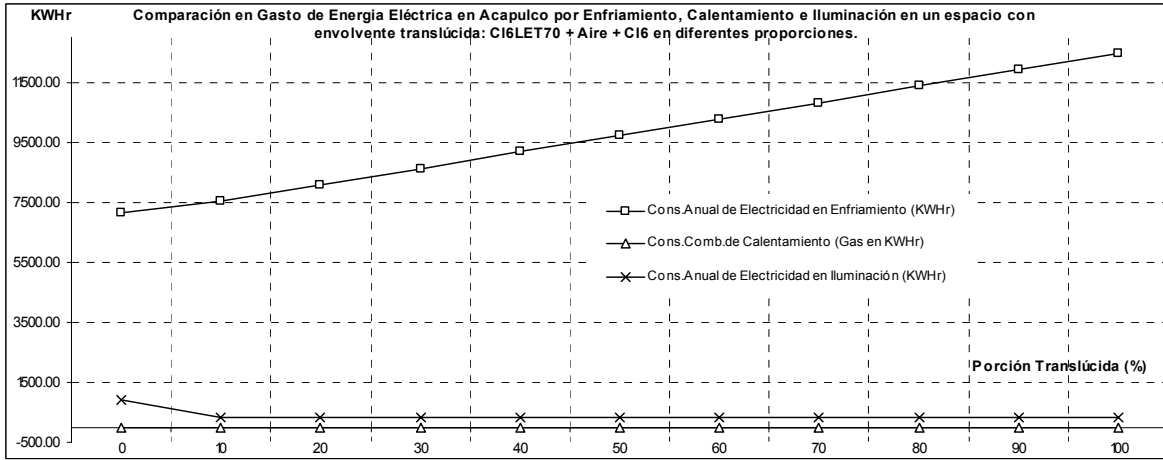
Tipo de vidrio: Vidrio Reflejante Azul, cámara de Aire y vidrio claro
 Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en Acapulco.



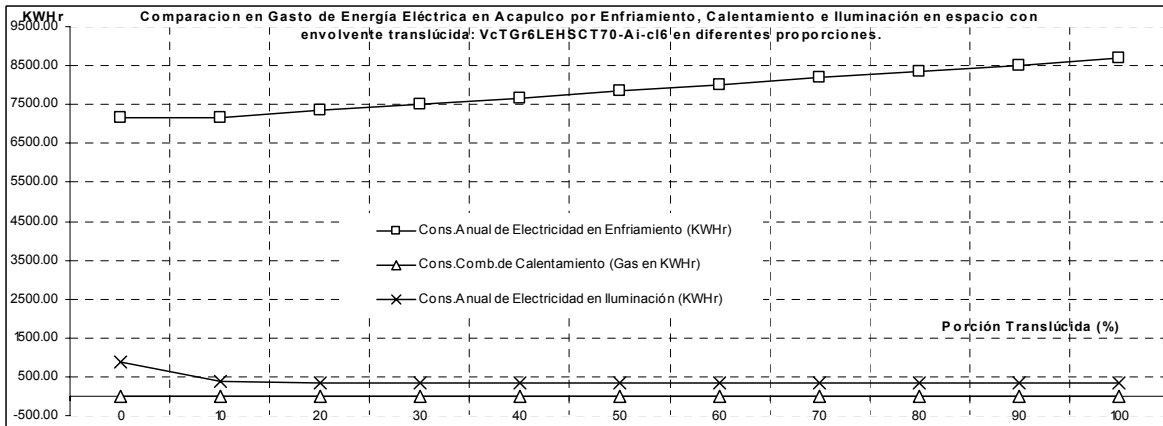
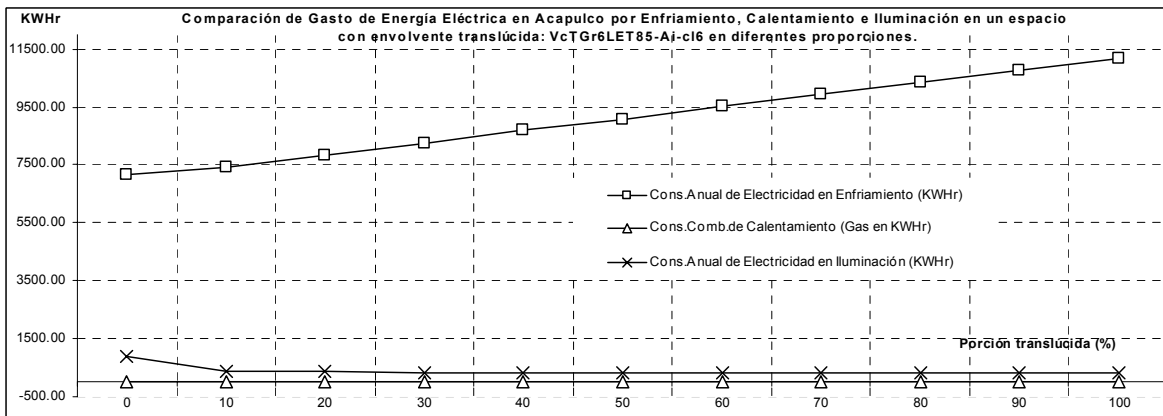
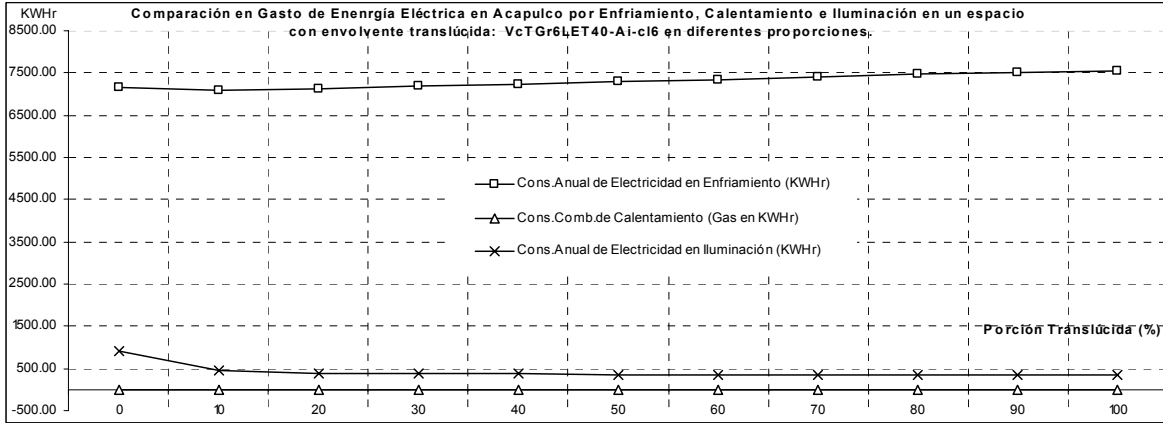
Tipo de vidrio: Vidrio Claro LET40 (Ai/Ar), cámara de Aire y vidrio claro
 Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en Acapulco.



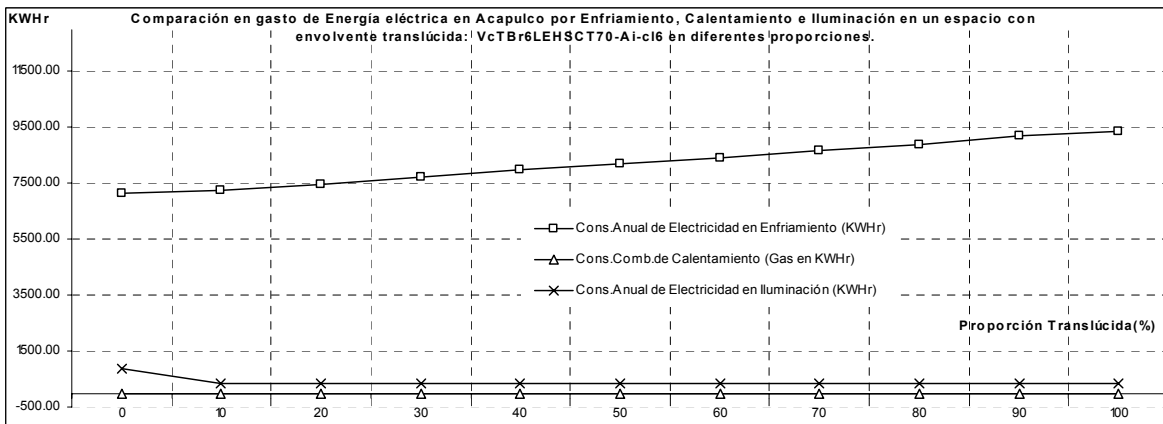
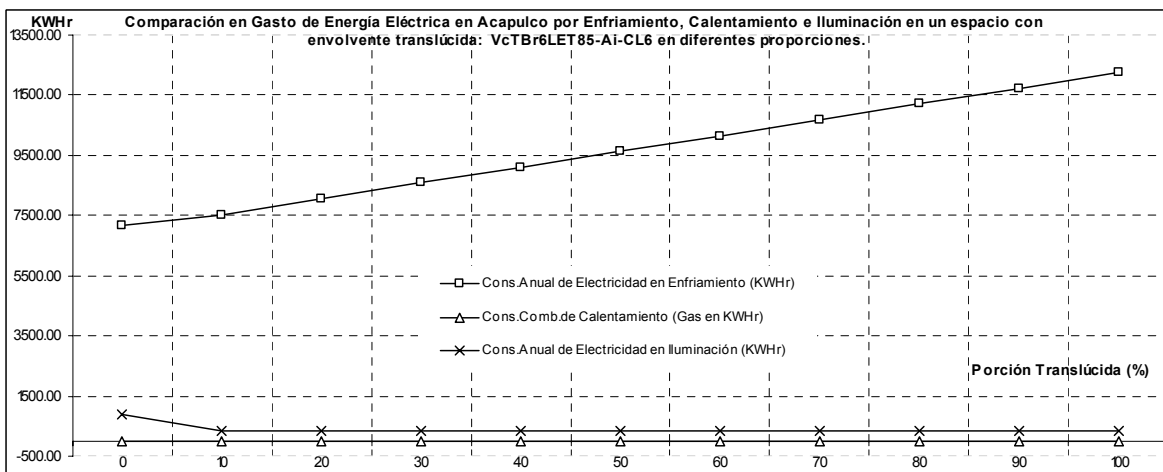
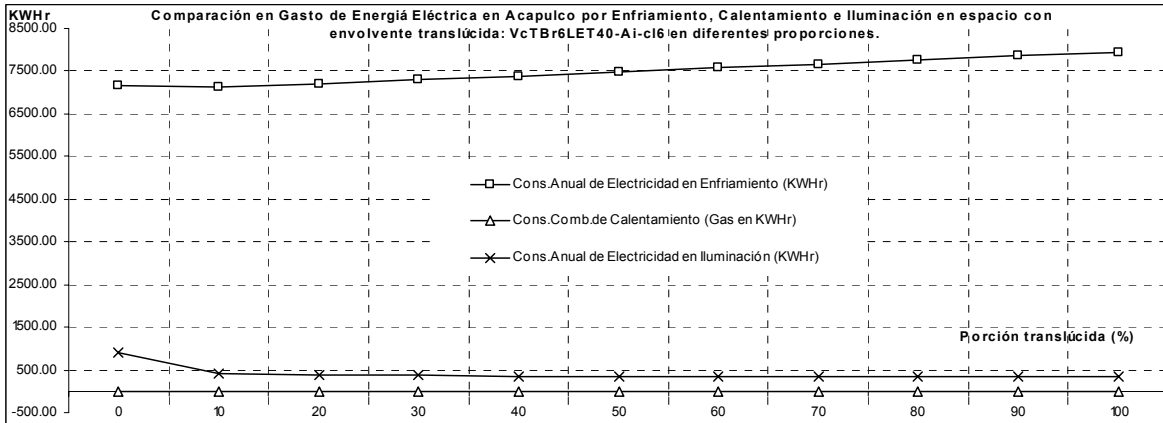
Tipo de vidrio: Vidrio Claro LET85 (Ai/Ar), cámara de Aire y vidrio claro
 Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en Acapulco.



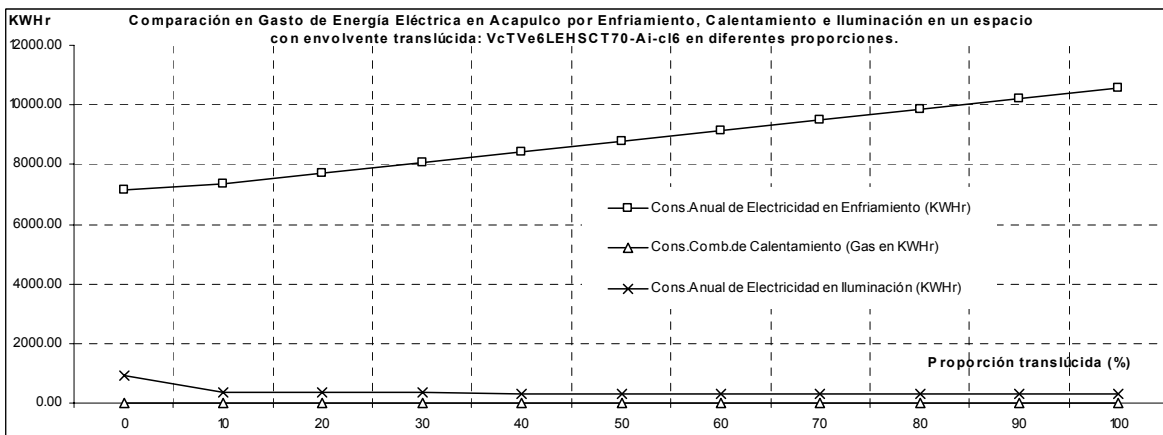
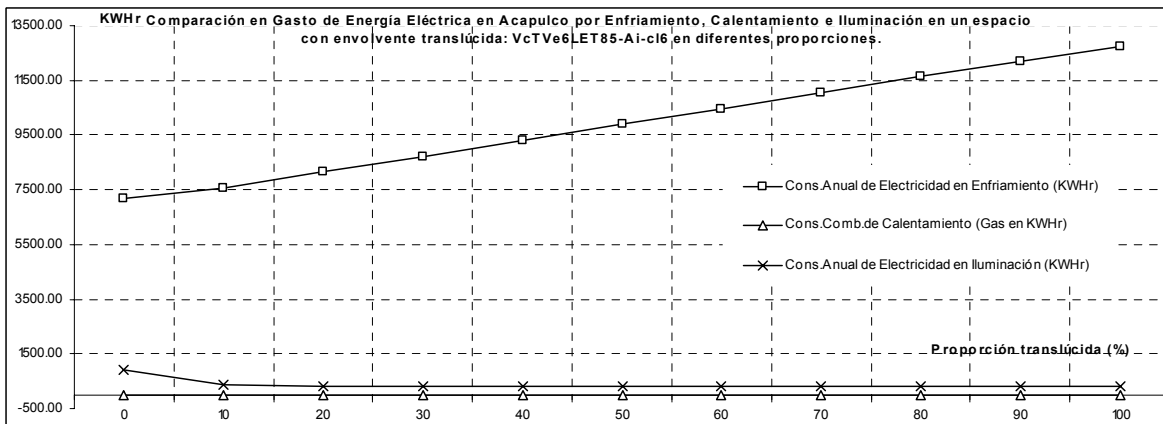
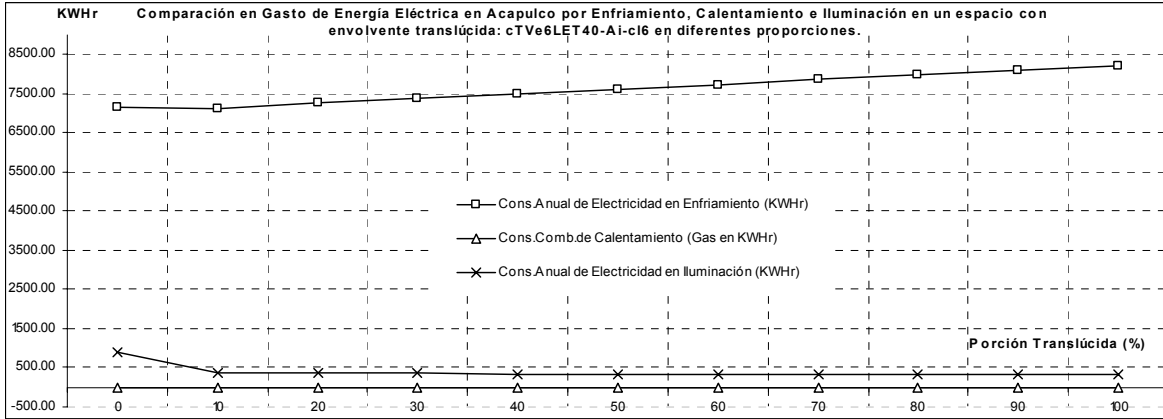
Tipo de vidrio: Vidrio Claro LET70 (Ai/Ar), cámara de Aire y vidrio claro
 Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en Acapulco.



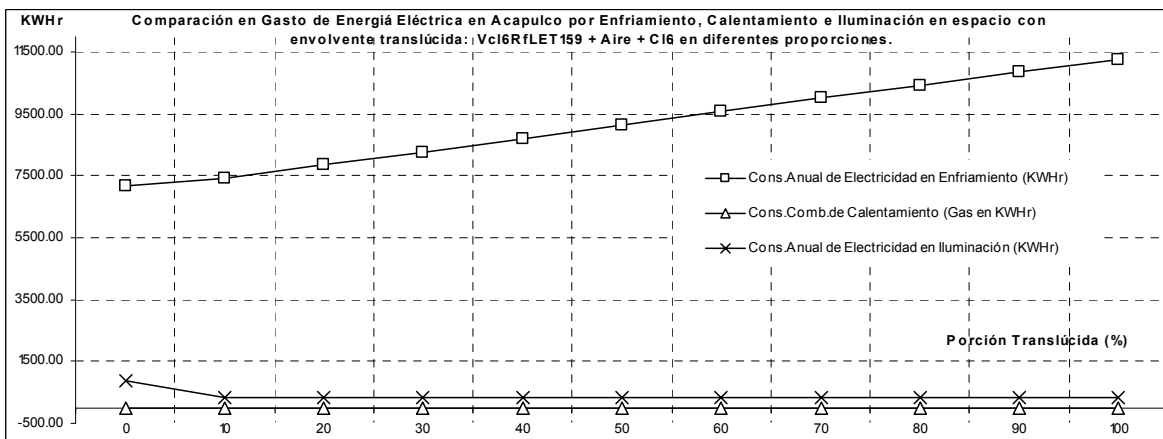
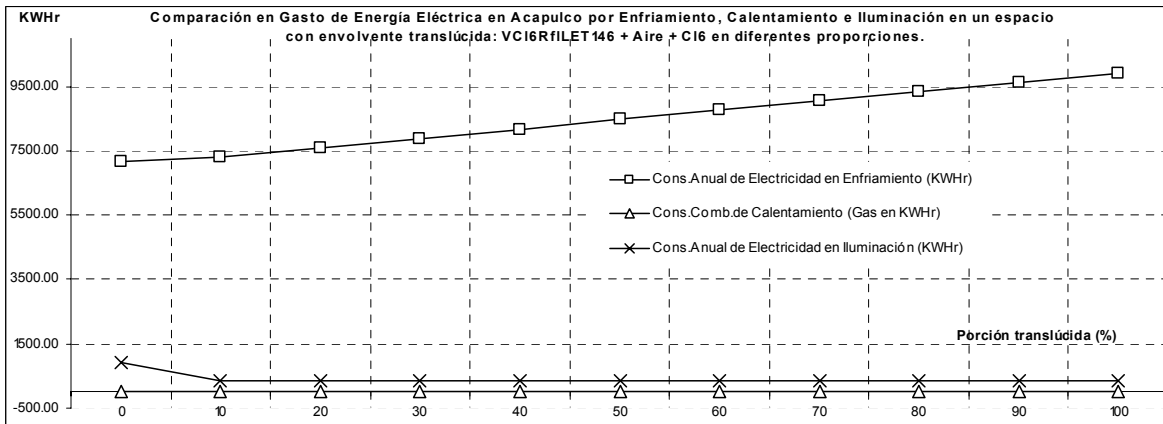
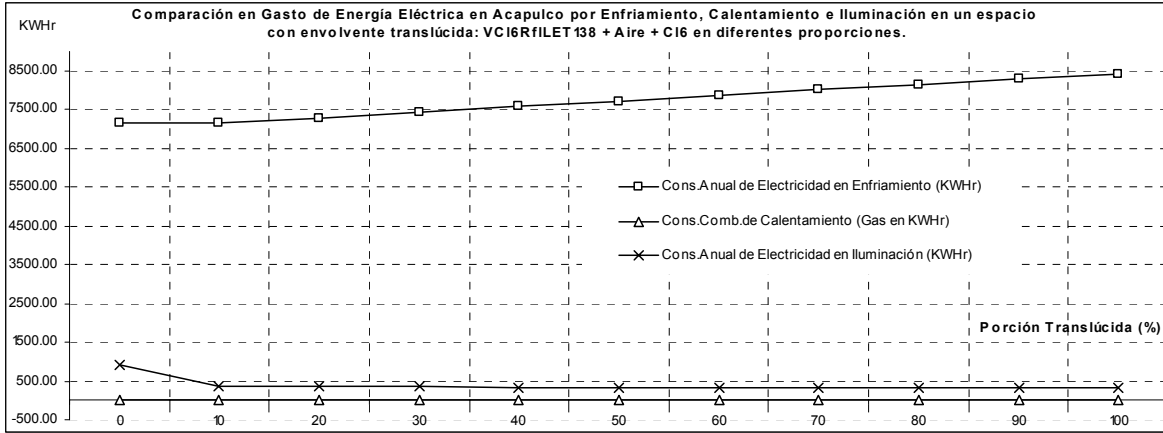
Tipo de vidrio: Vidrio con Tinte Gris LET40-85-70, cámara de Aire y vidrio claro
 Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en Acapulco.



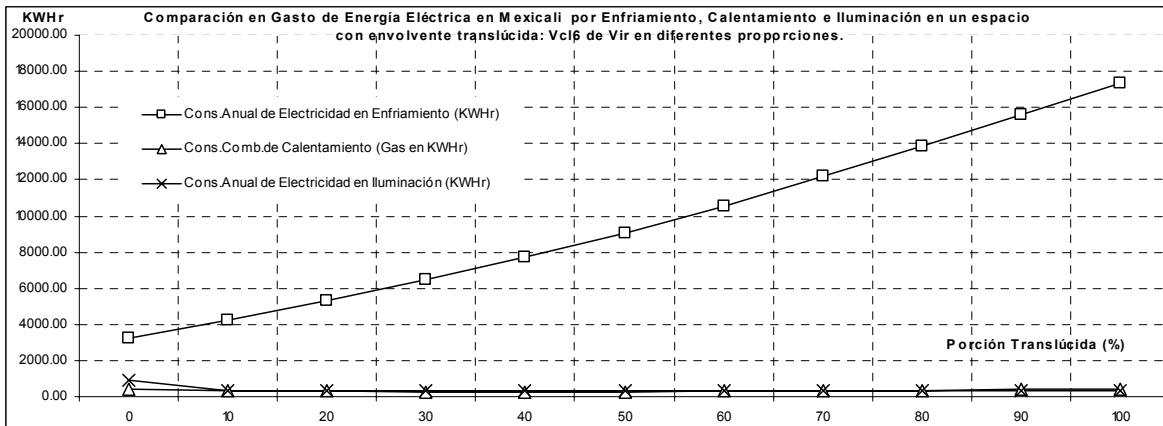
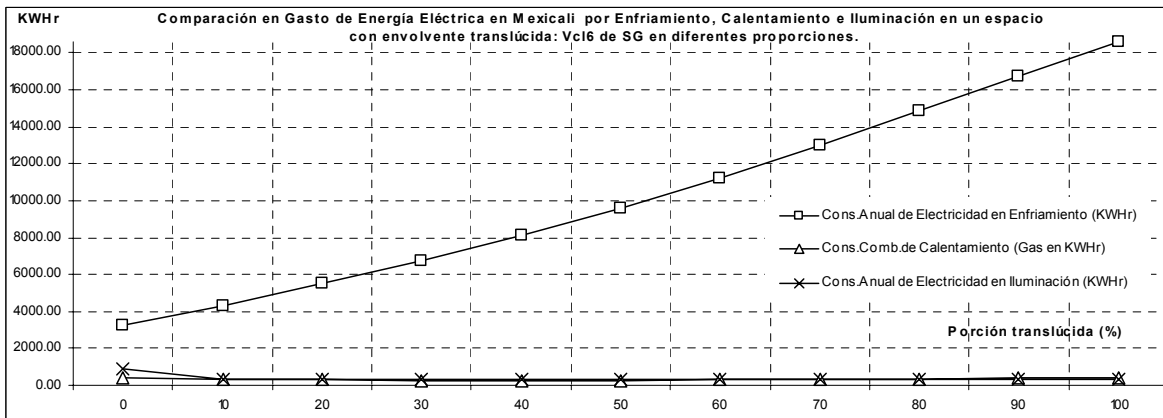
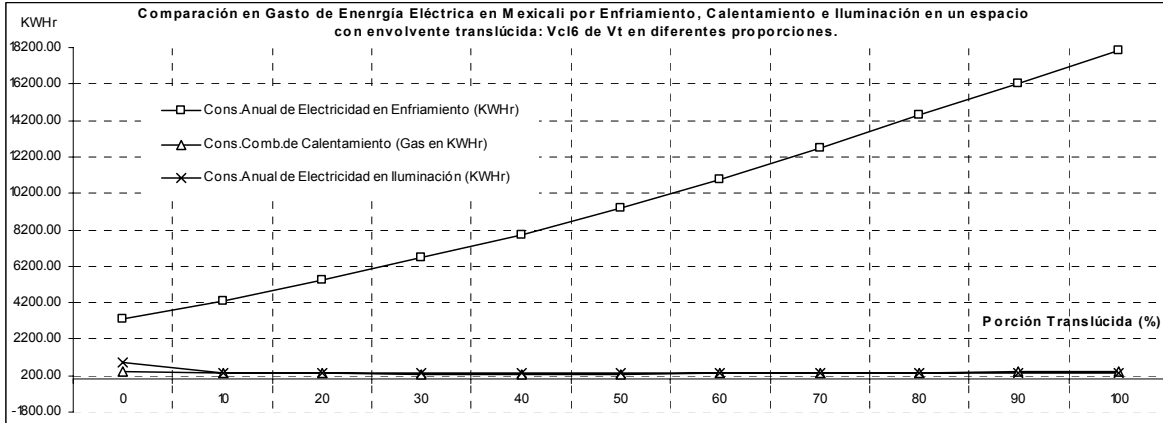
Tipo de vidrio: Vidrio con Tinte Bronce LET40-85-70, cámara de Aire y vidrio claro
 Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en Acapulco.



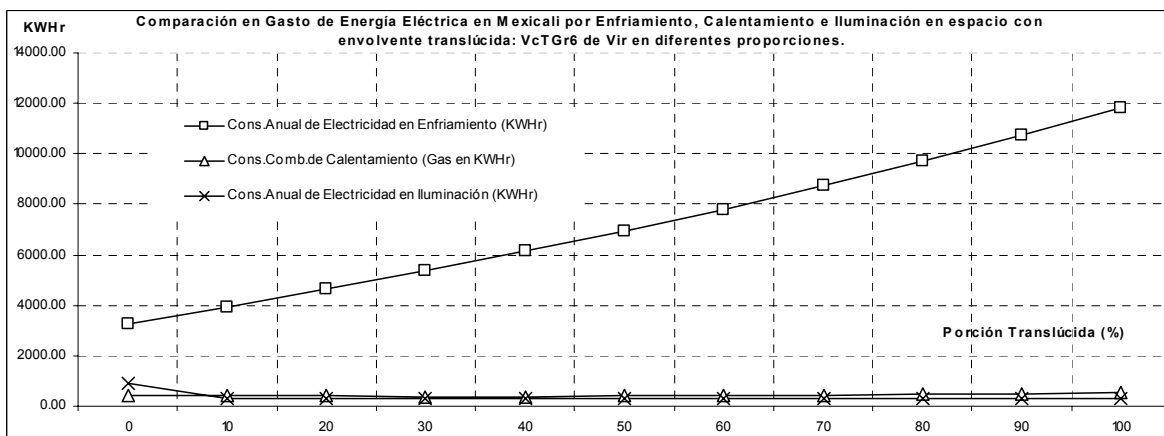
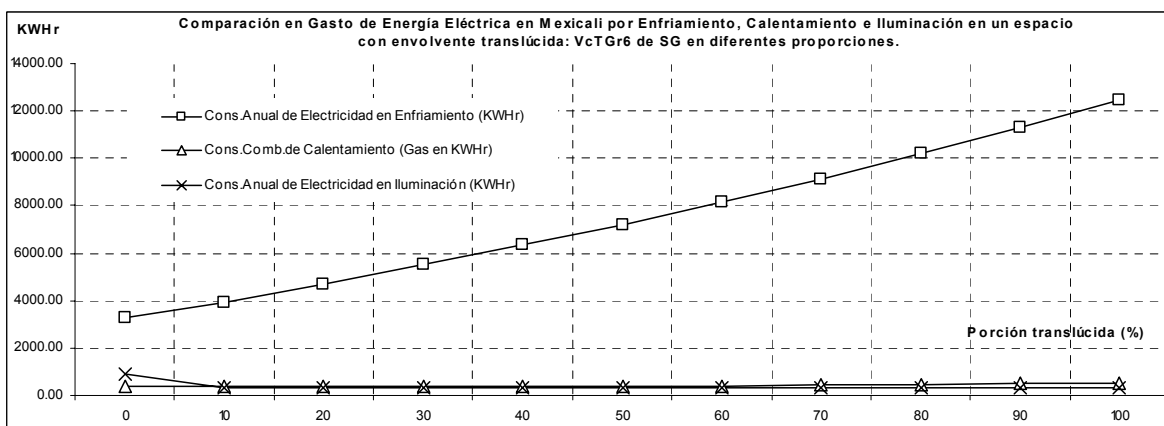
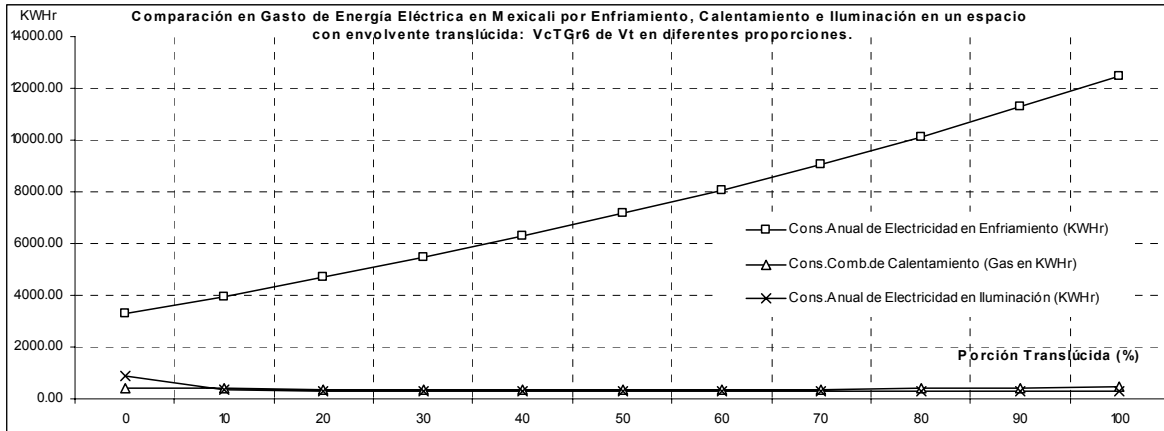
Tipo de vidrio: Vidrio con Tinte Verde LET40-85-70, cámara de Aire y vidrio claro
 Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en Acapulco.



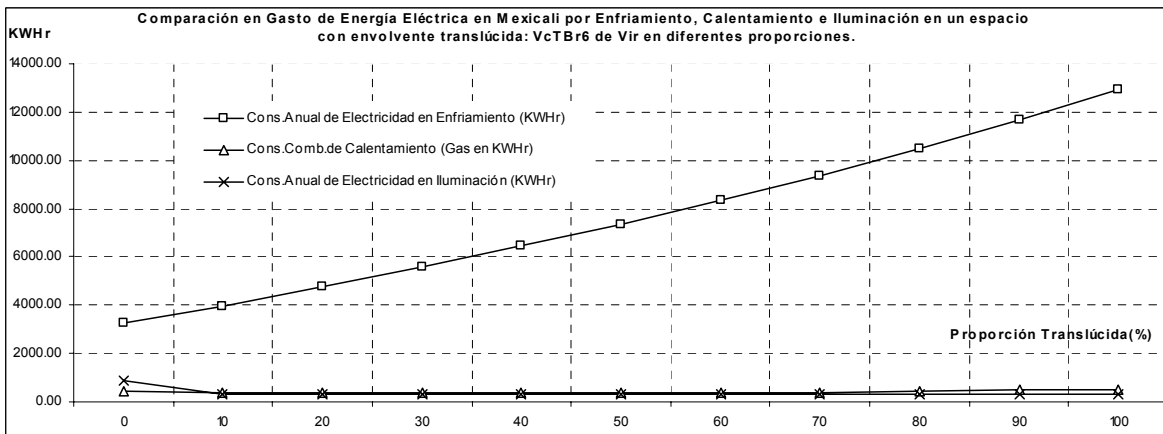
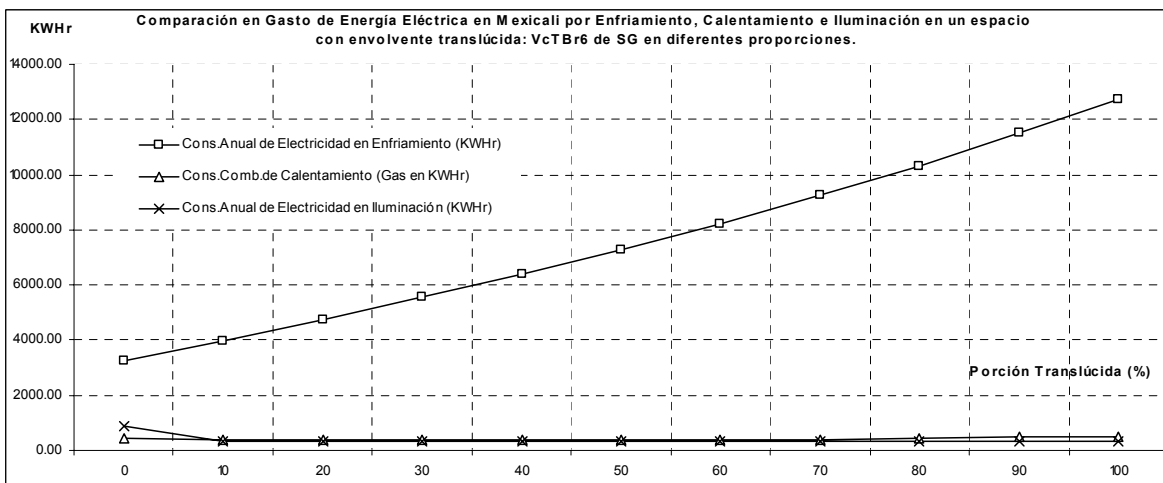
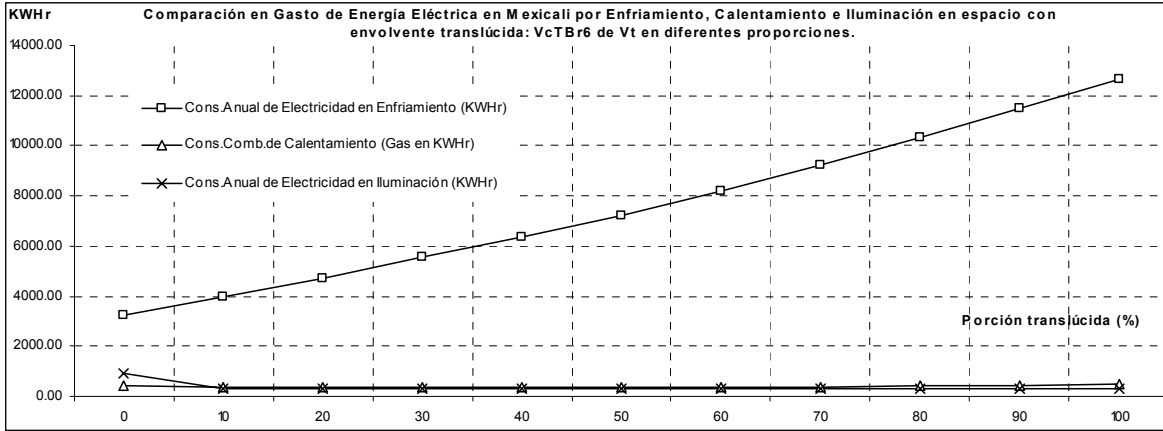
Tipo de vidrio: Vidrio Reflejante con LET138-146-159, cámara de Aire y vidrio claro
 Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en Acapulco.



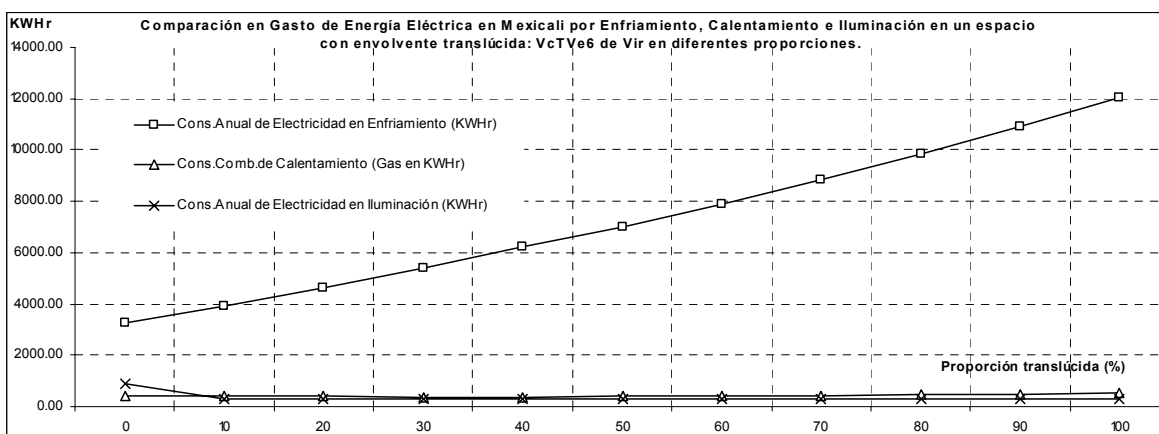
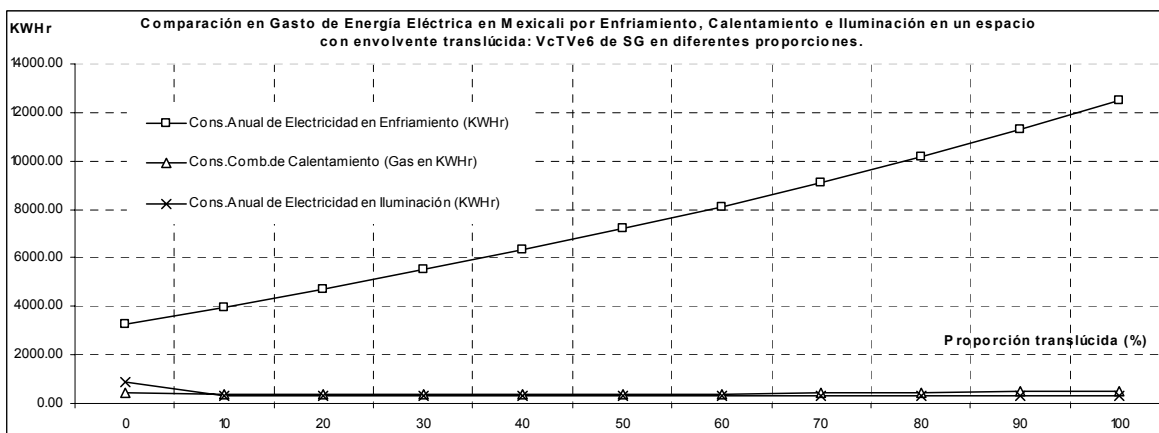
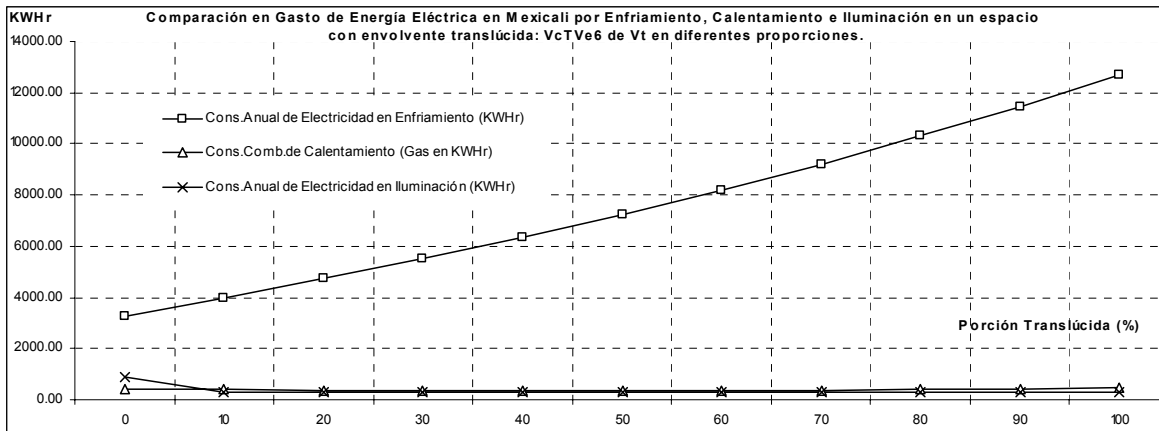
Tipo de vidrio: Vidrio claro
 Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en Mexicali.



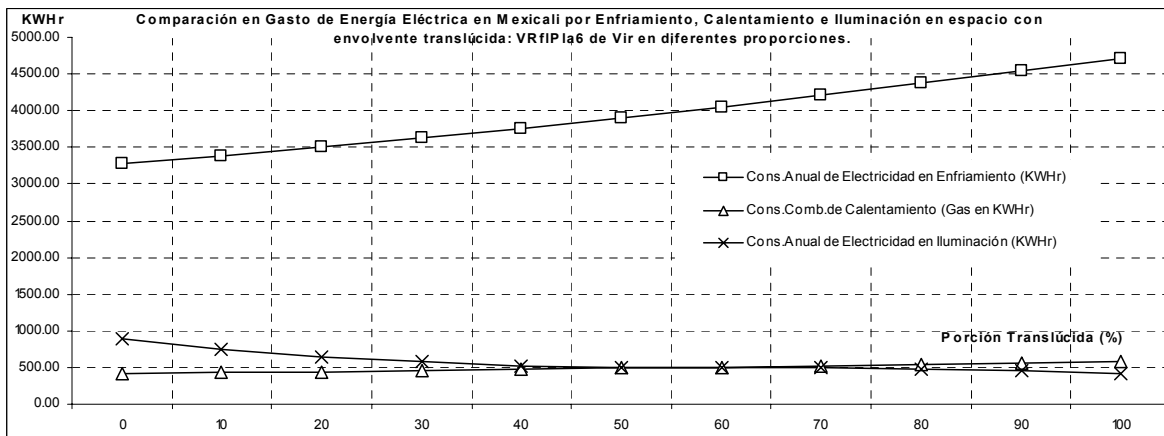
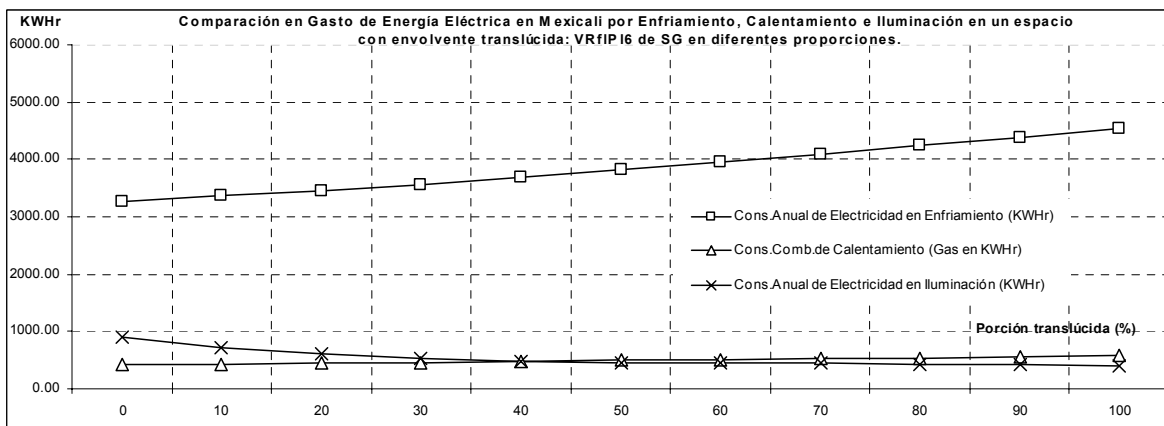
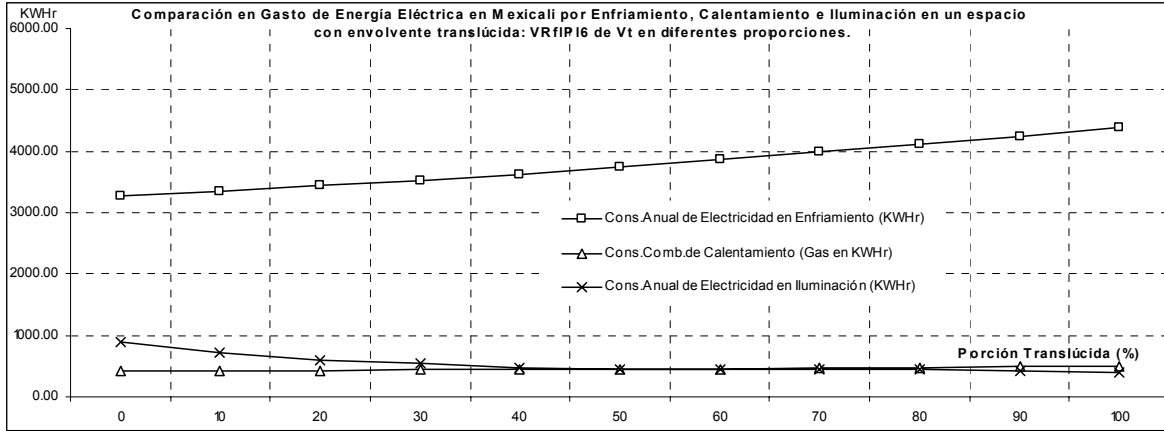
Tipo de vidrio: Vidrio con tinte Gris
 Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en Mexicali.



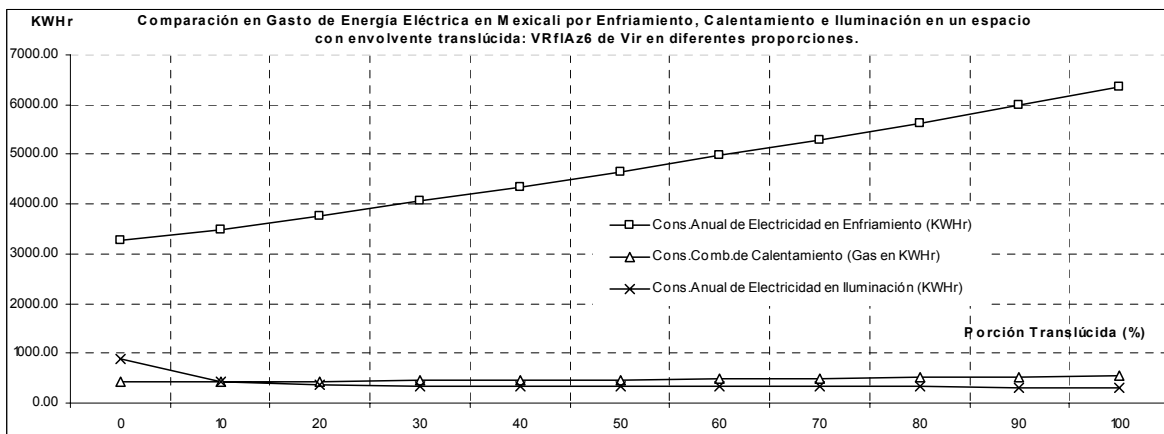
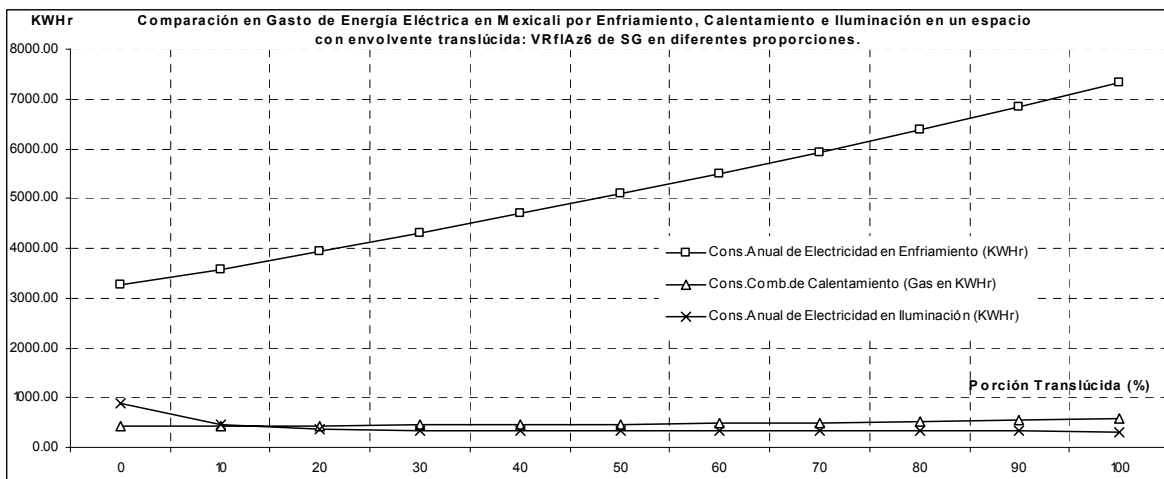
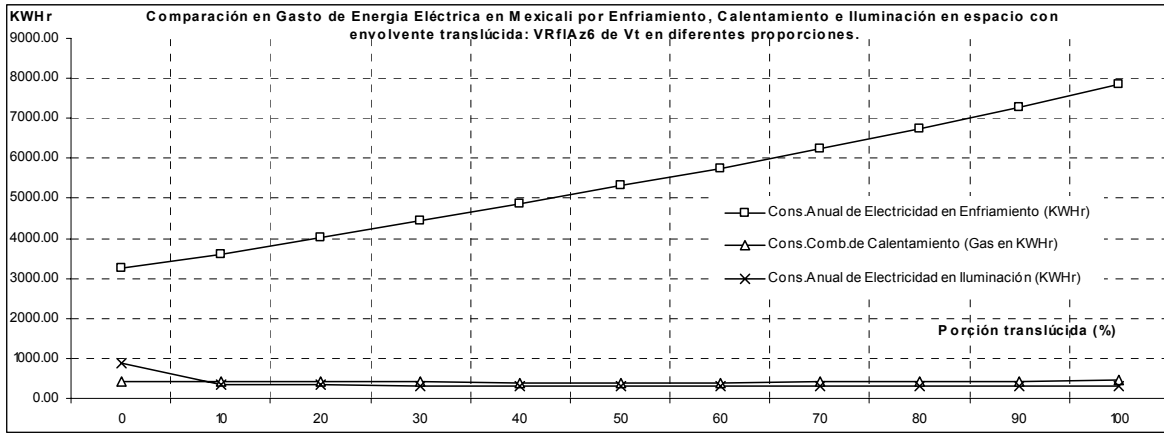
Tipo de vidrio: Vidrio con tinte Bronce
Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en Mexicali.



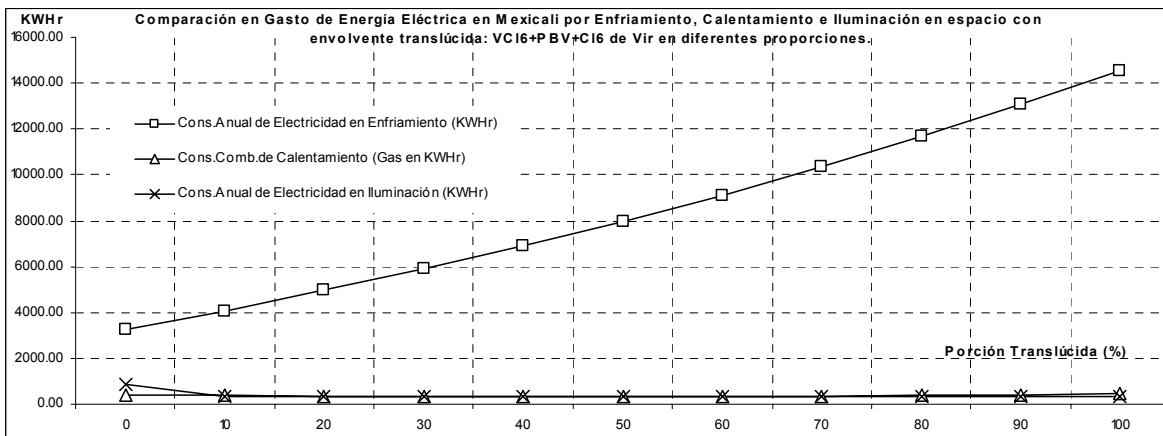
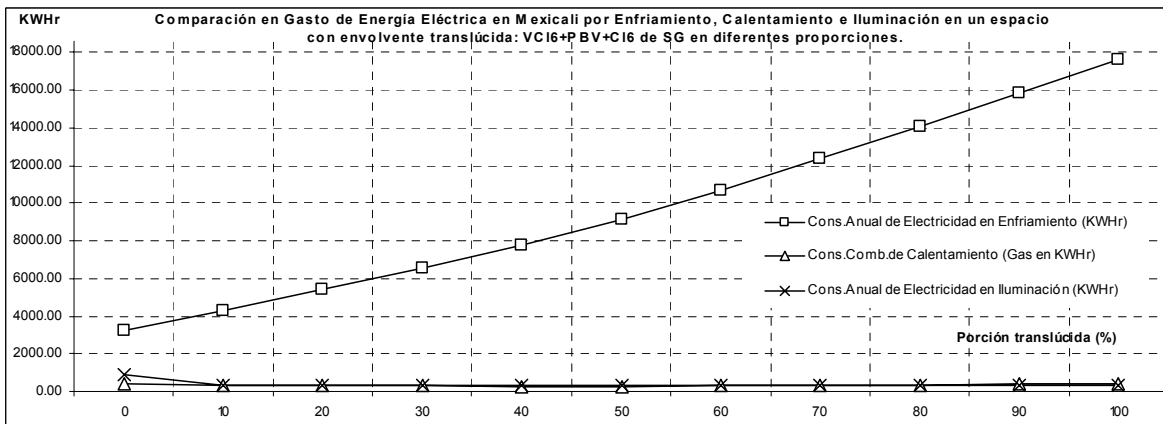
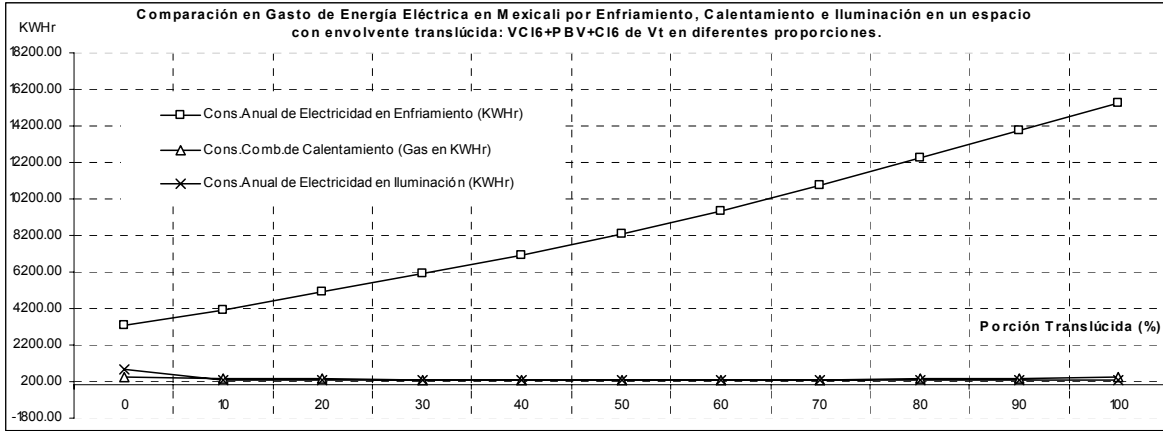
Tipo de vidrio: Vidrio con tinte Verde
 Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en Mexicali.



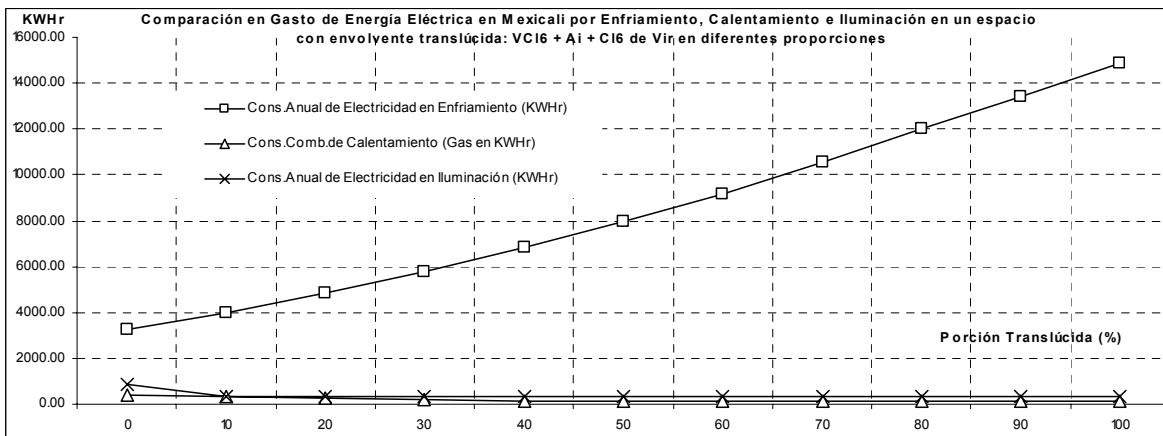
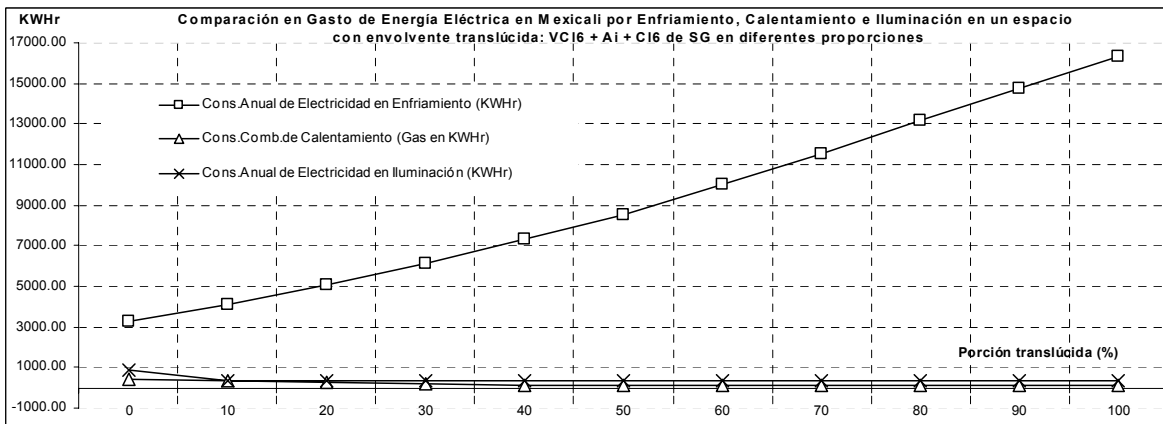
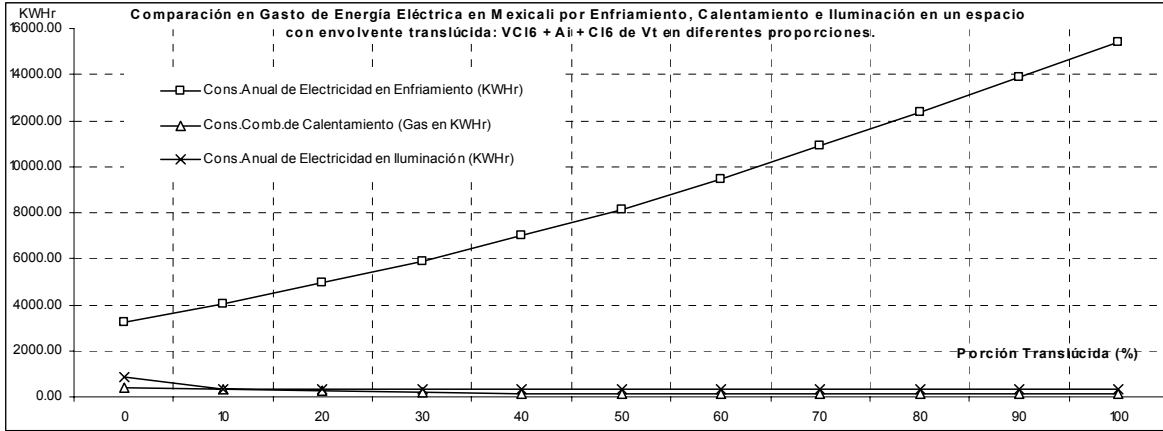
Tipo de vidrio: Vidrio Reflejante Plata
 Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en Mexicali.



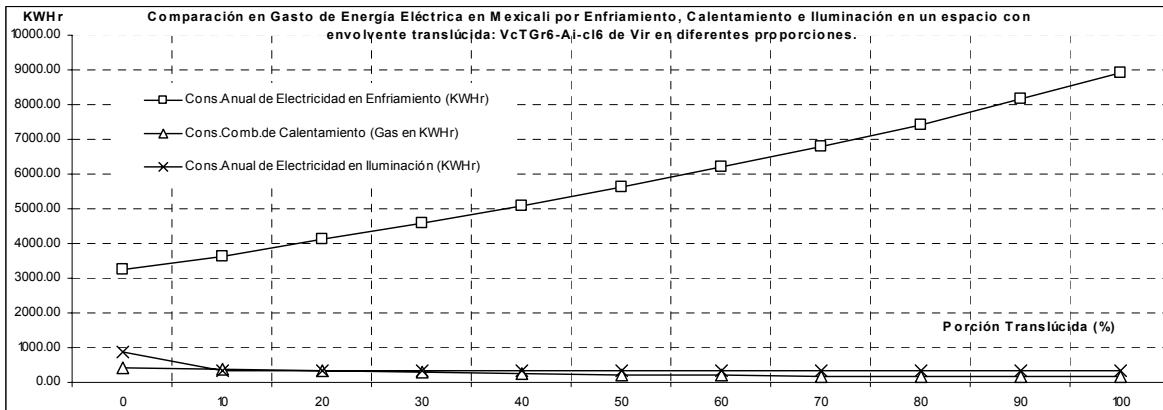
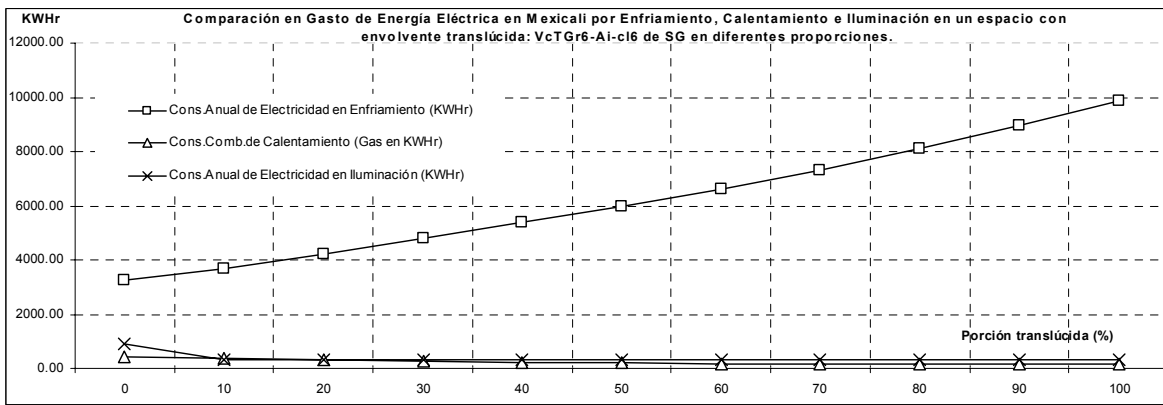
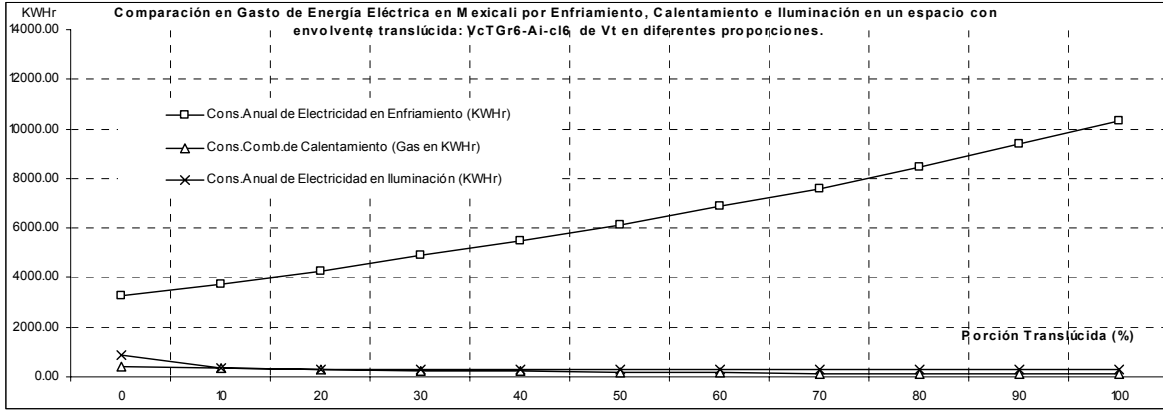
Tipo de vidrio: Vidrio Reflejante Azul
 Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en Mexicali.



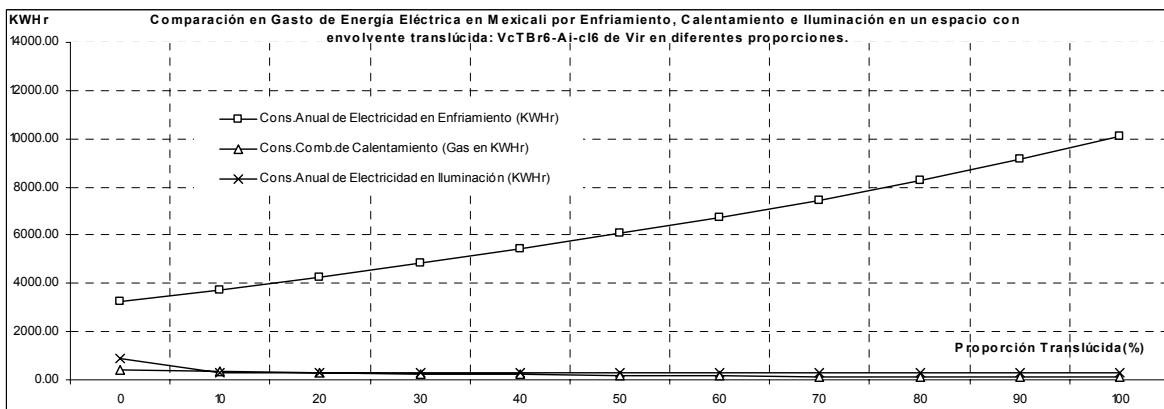
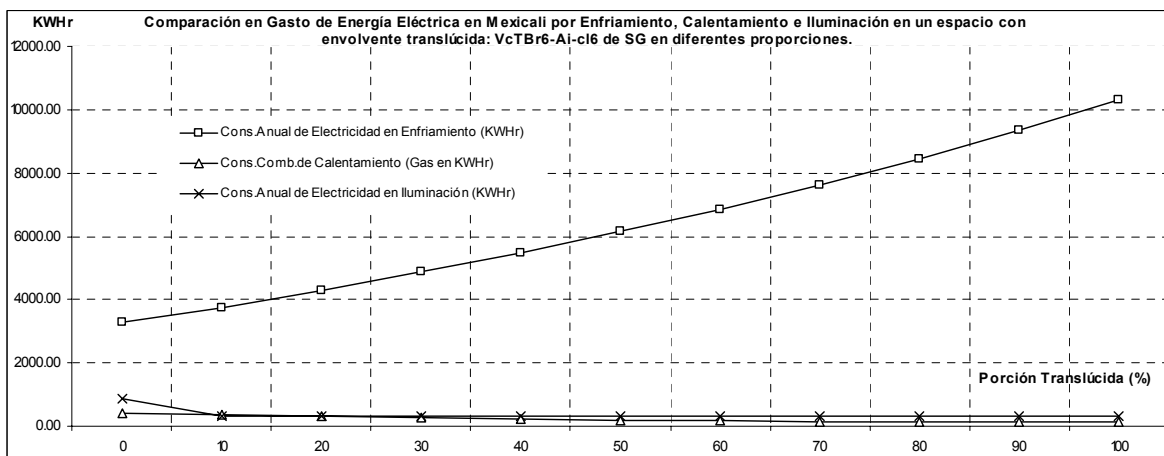
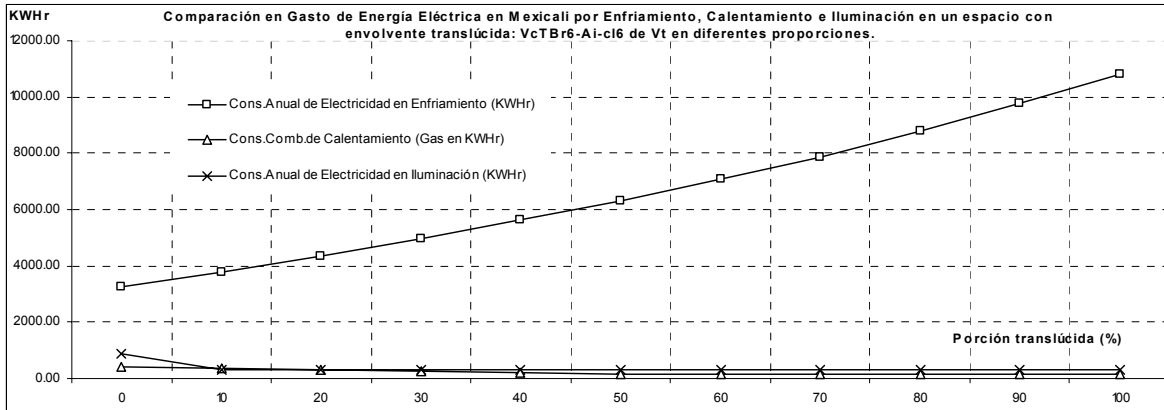
Tipo de vidrio: Vidrio Laminado
 Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en Mexicali.



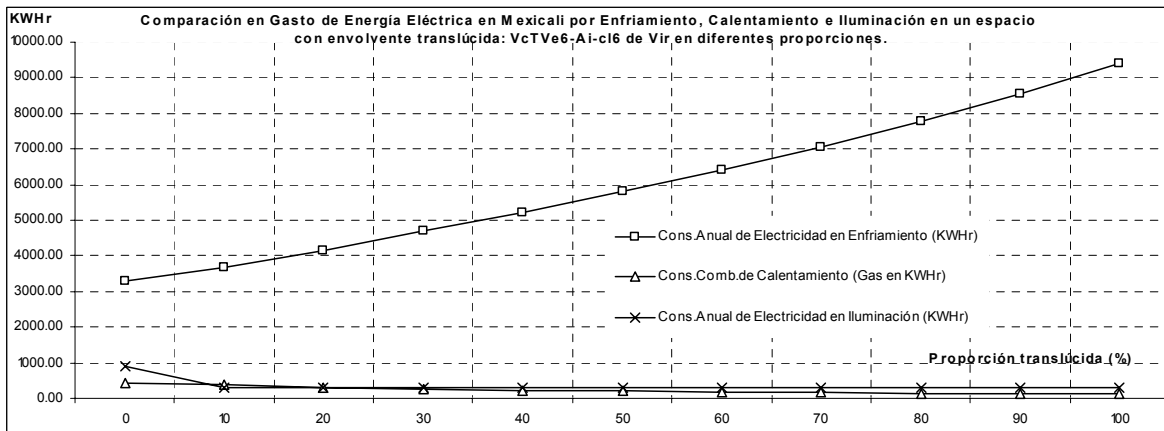
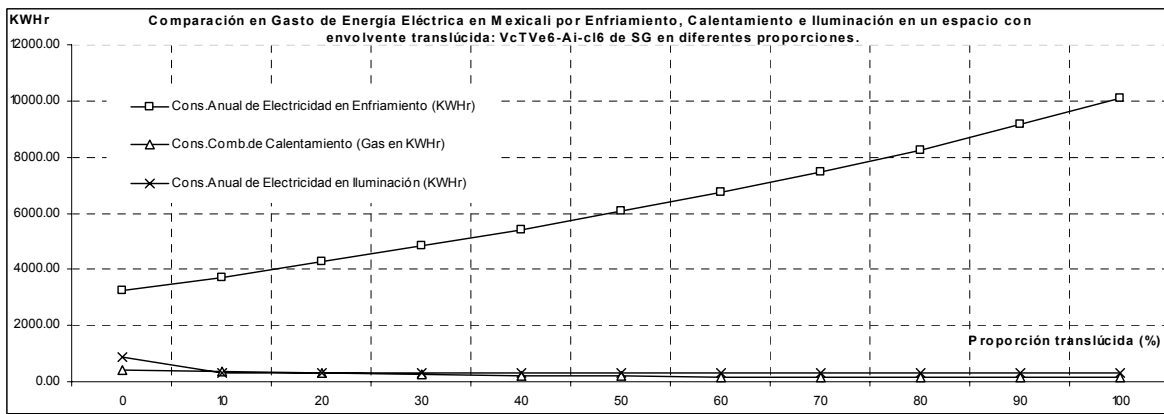
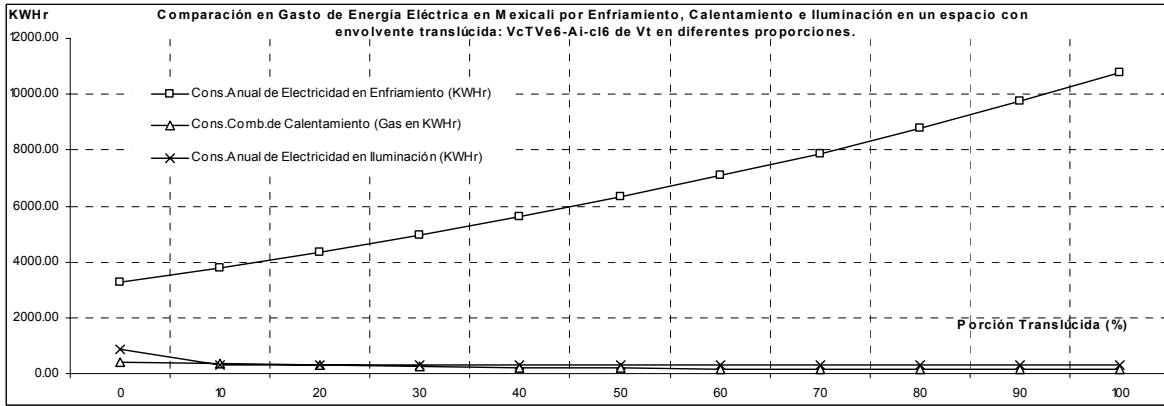
Tipo de vidrio: Dos Vidrios Claros con Cámara de aire
Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en Mexicali.



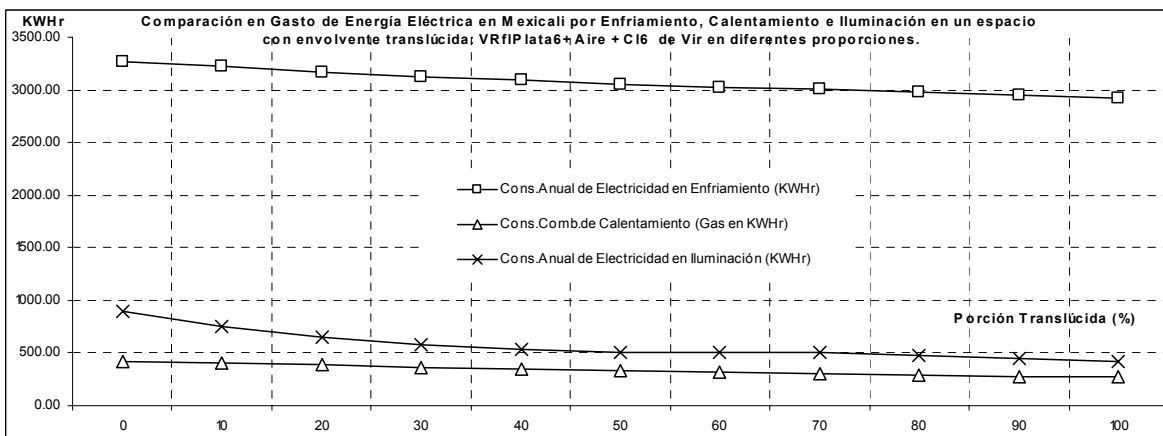
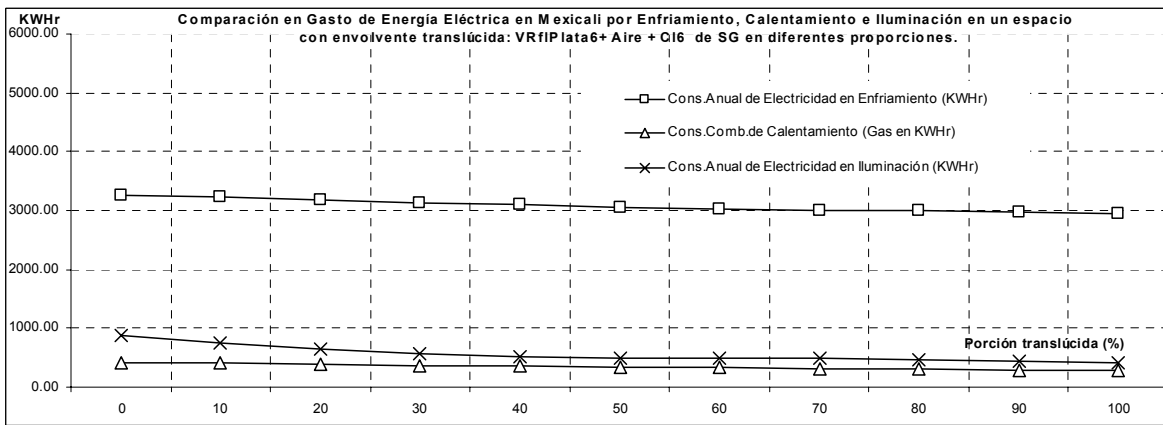
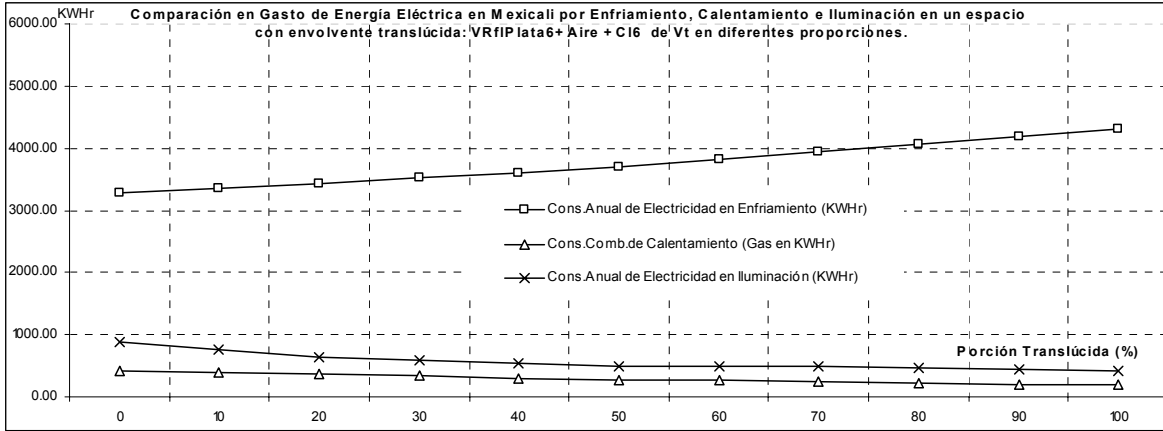
Tipo de vidrio: Vidrio con tinte Gris, cámara de Aire y vidrio claro
 Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en Mexicali.



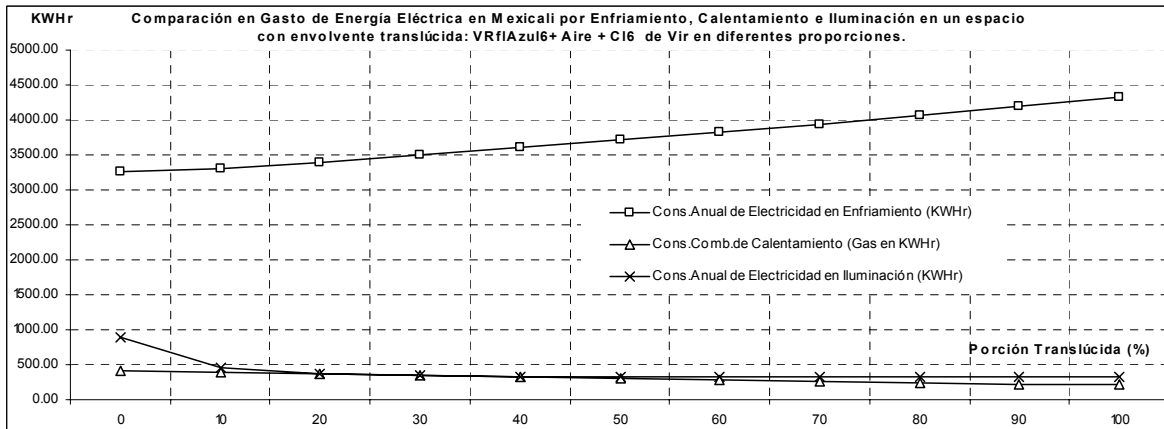
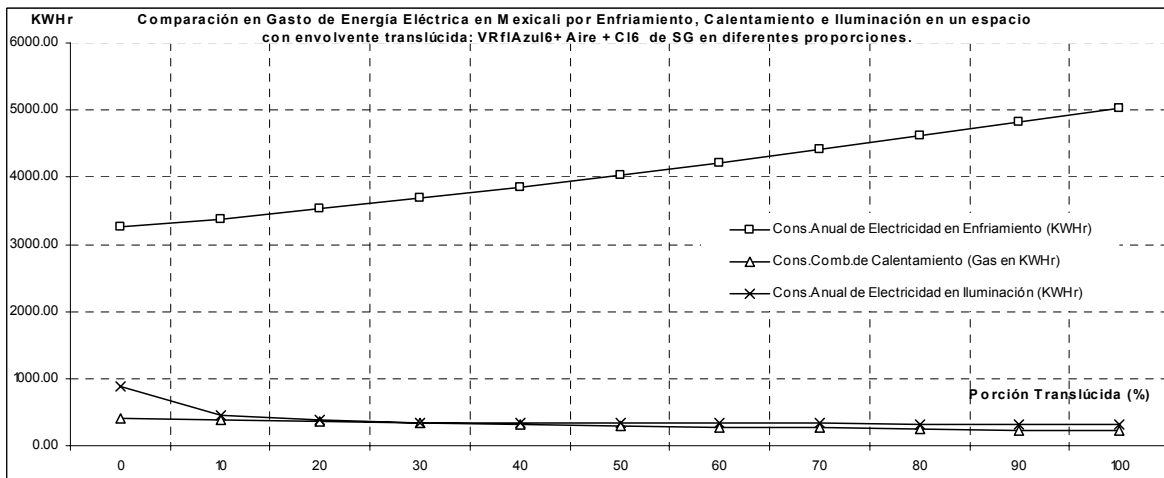
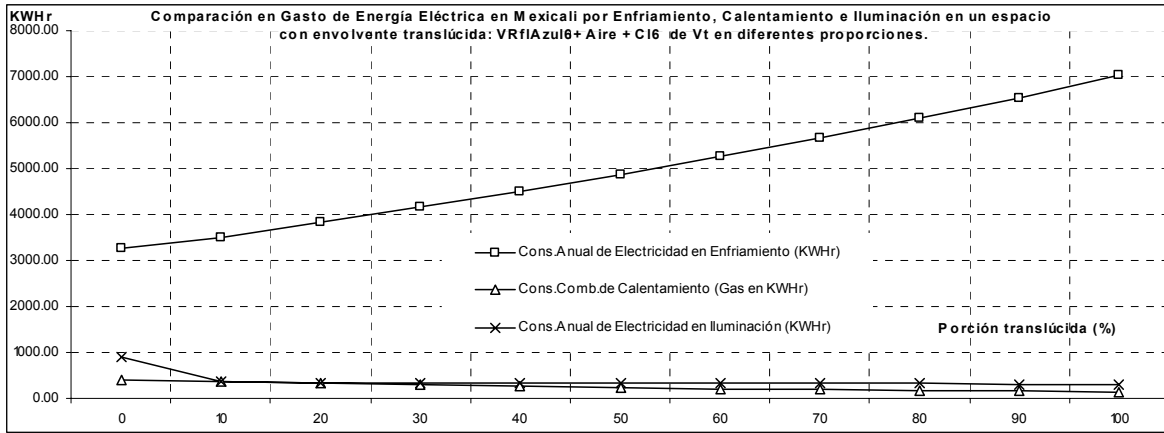
Tipo de vidrio: Vidrio con tinte Bronce, cámara de Aire y vidrio claro
 Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en la Mexicali.



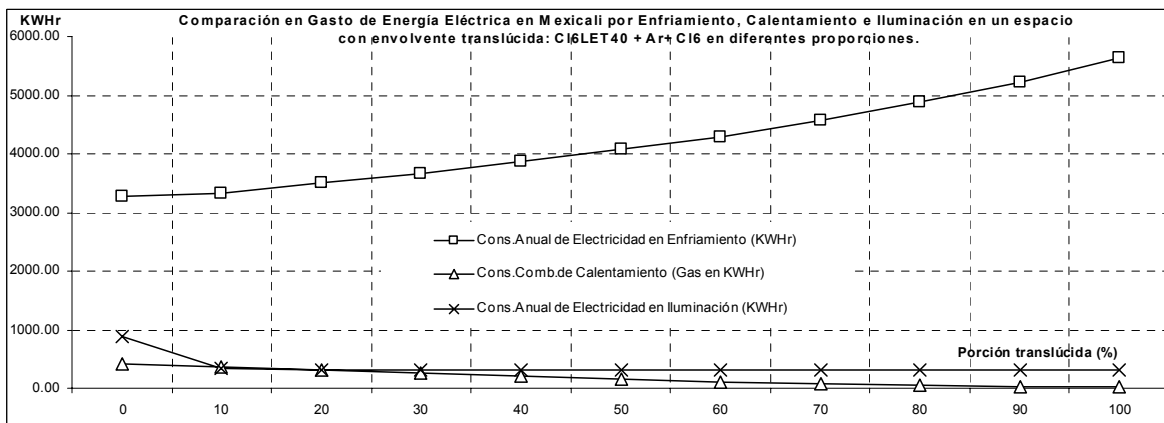
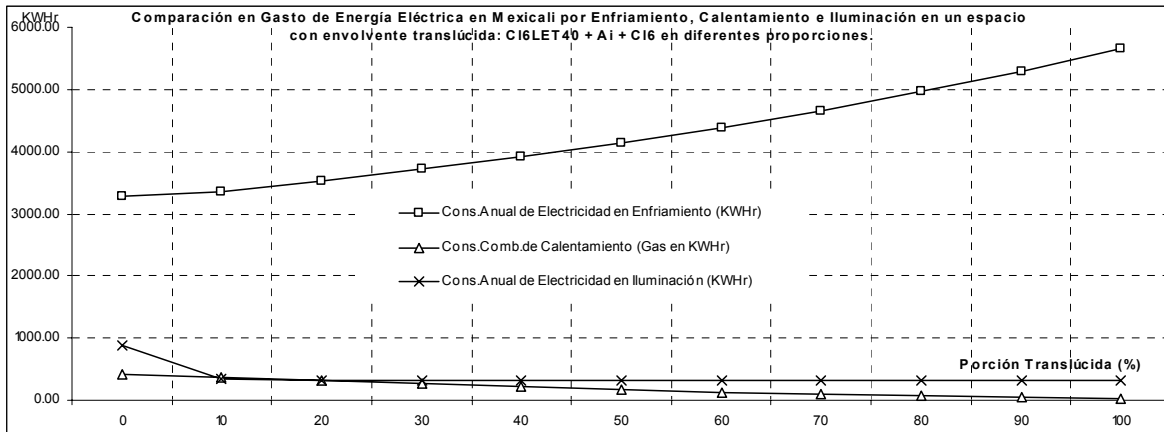
Tipo de vidrio: Vidrio con tinte Verde, cámara de Aire y vidrio claro
 Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en Mexicali.



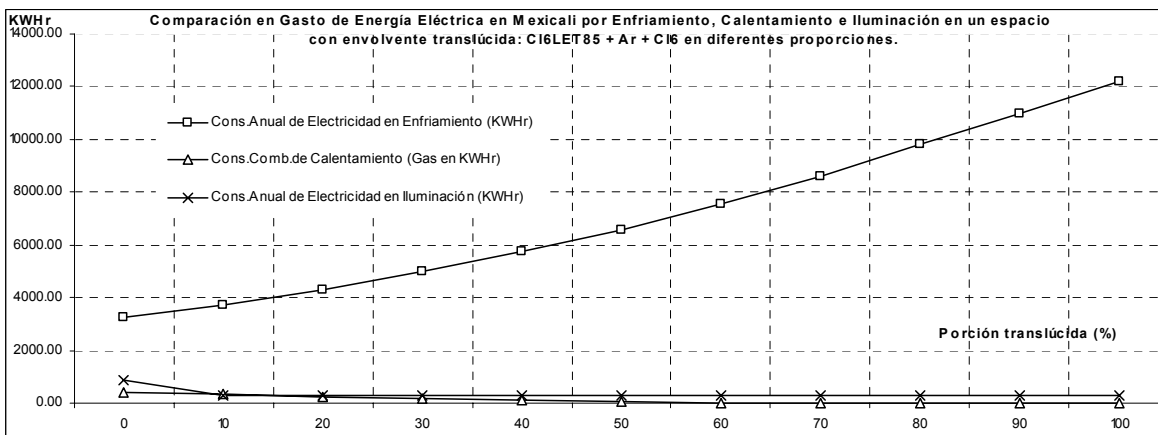
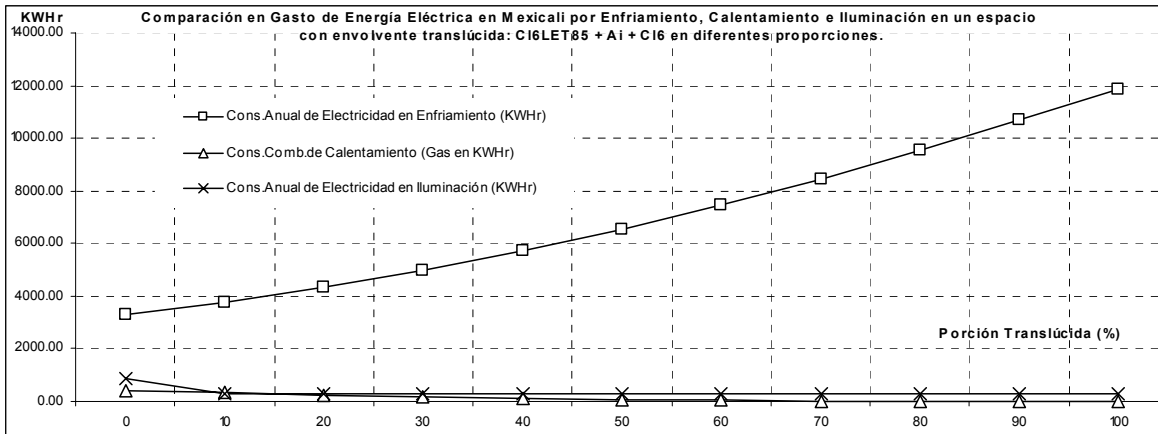
Tipo de vidrio: Vidrio Reflejante Plata, cámara de Aire y vidrio claro
Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en Mexicali.



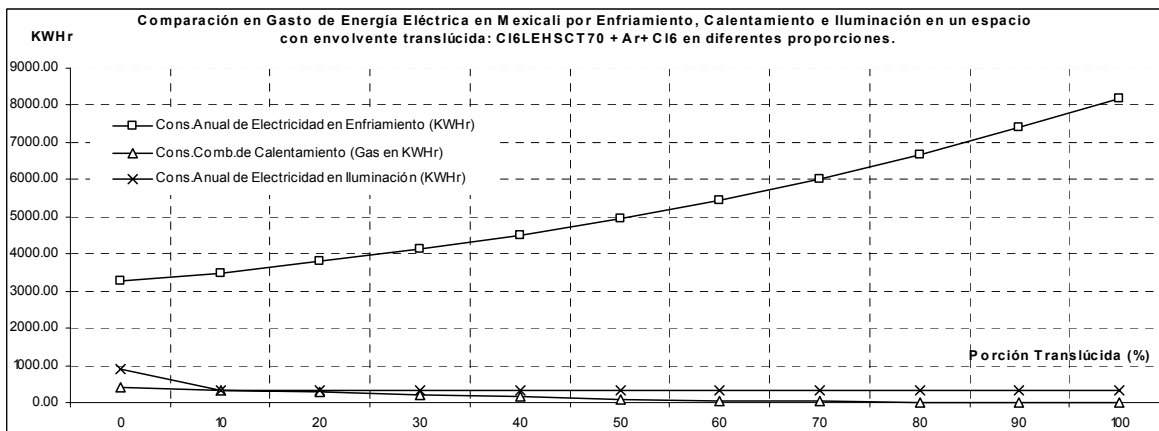
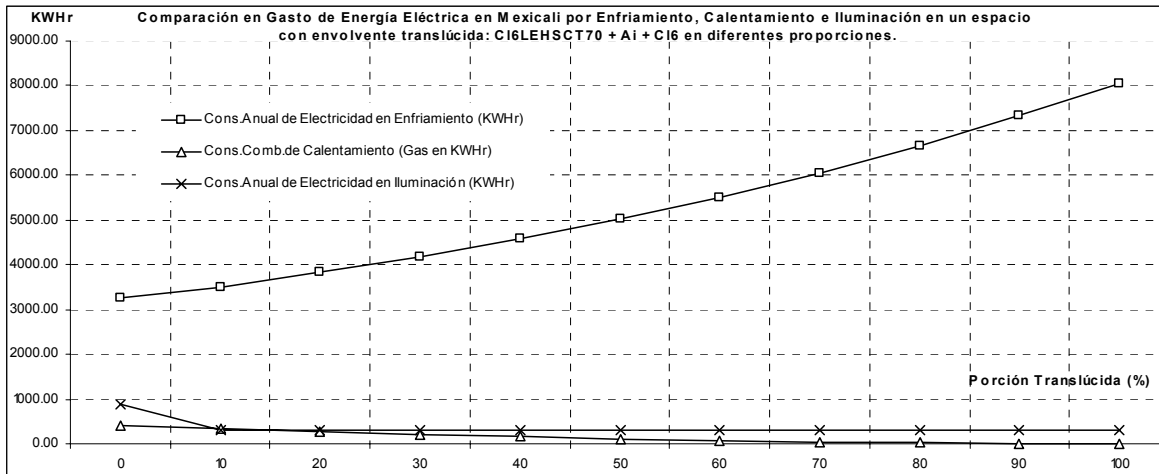
Tipo de vidrio: Vidrio Reflejante Azul, cámara de Aire y vidrio claro
 Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en Mexicali.



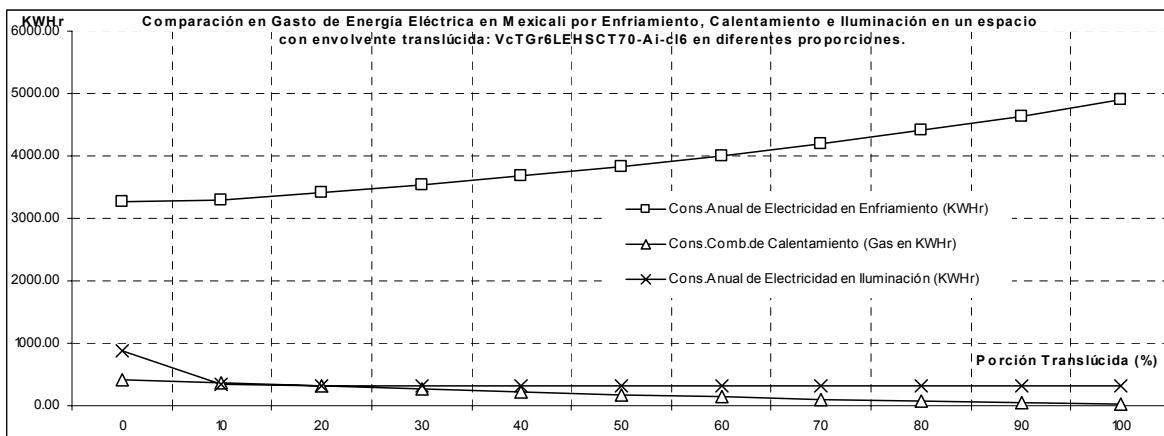
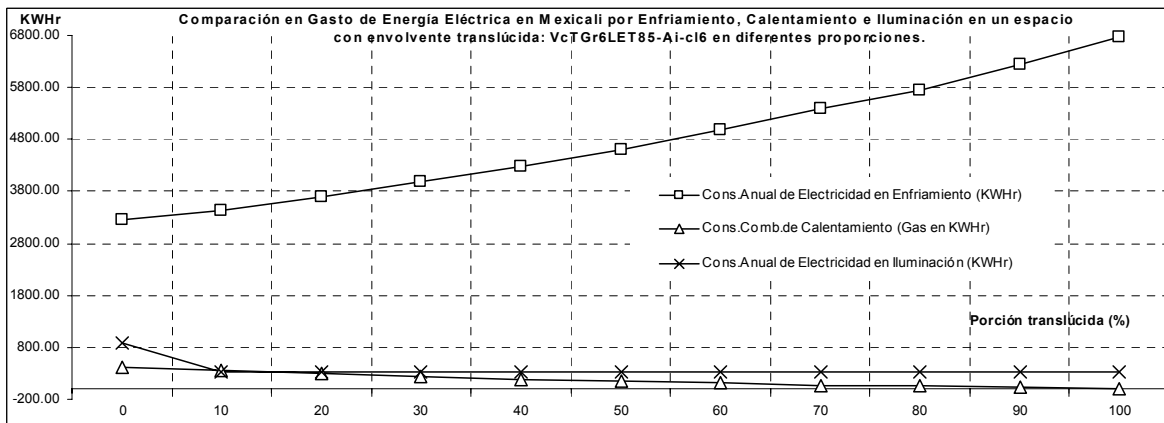
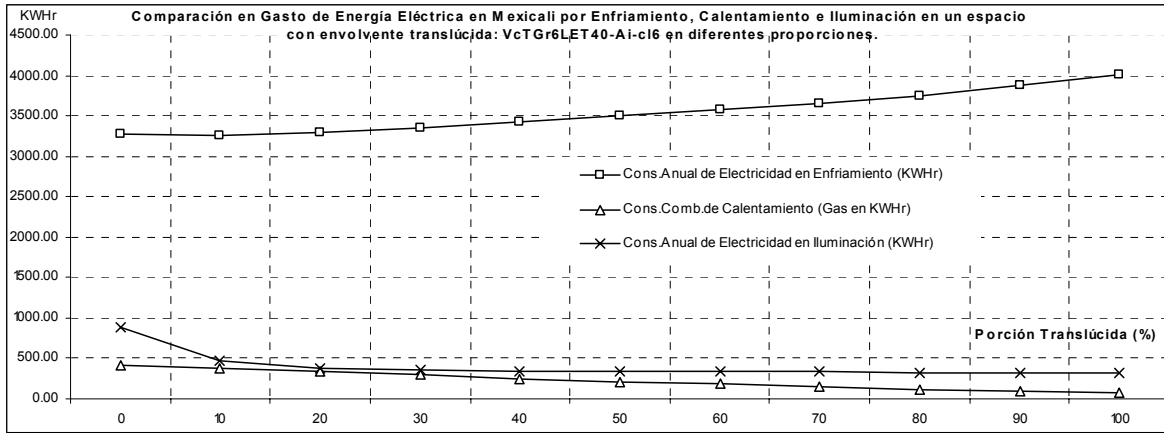
Tipo de vidrio: Vidrio Claro LET40 (Ai/Ar), cámara de Aire y vidrio claro
 Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en Mexicali.



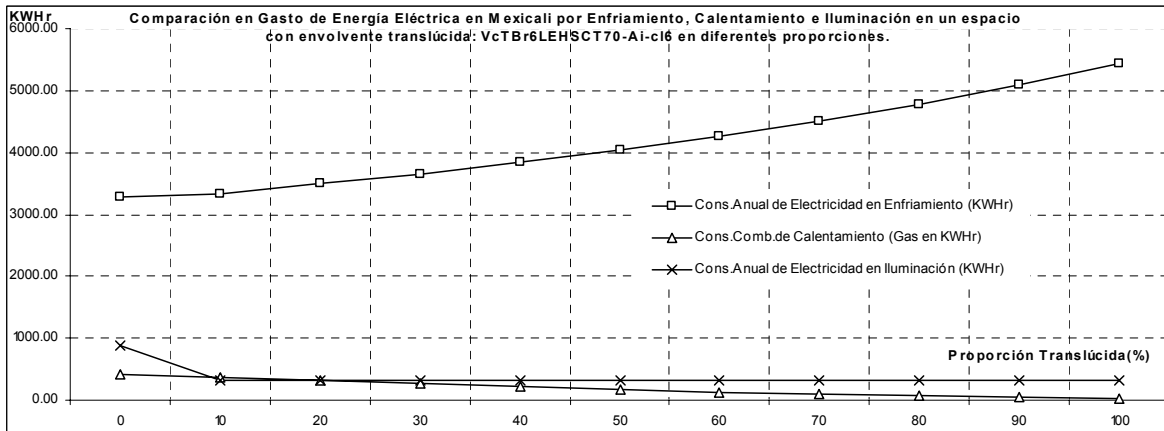
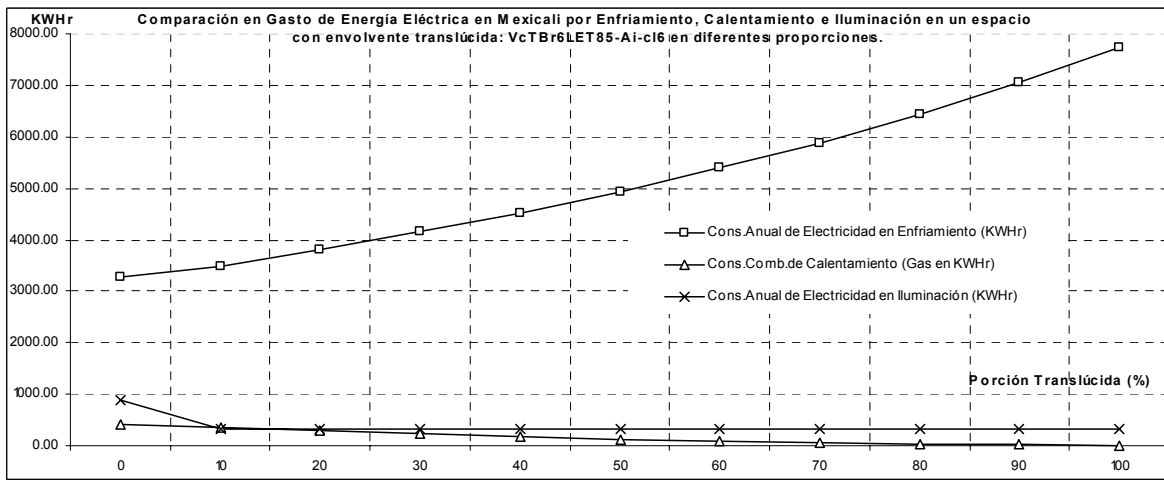
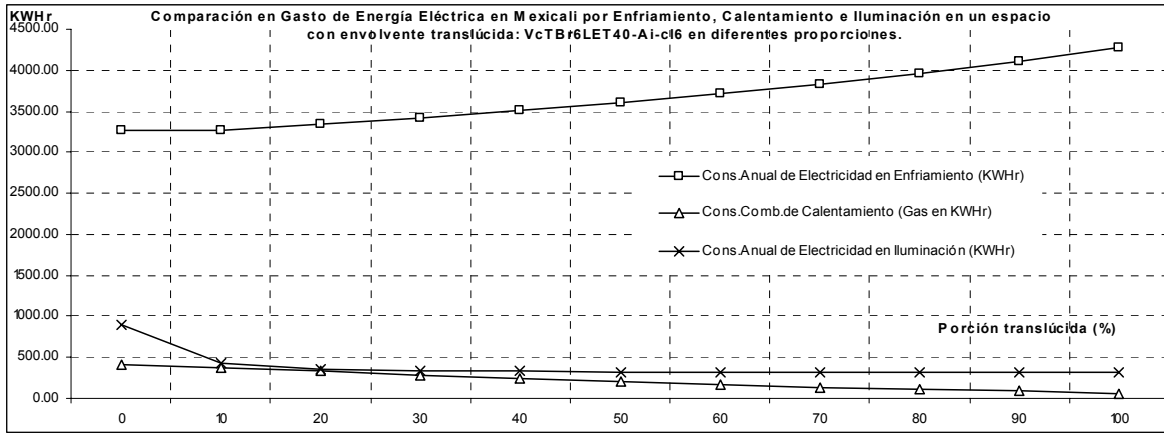
Tipo de vidrio: Vidrio Claro LET85 (Ai/Ar), cámara de Aire y vidrio claro
 Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en Mexicali.



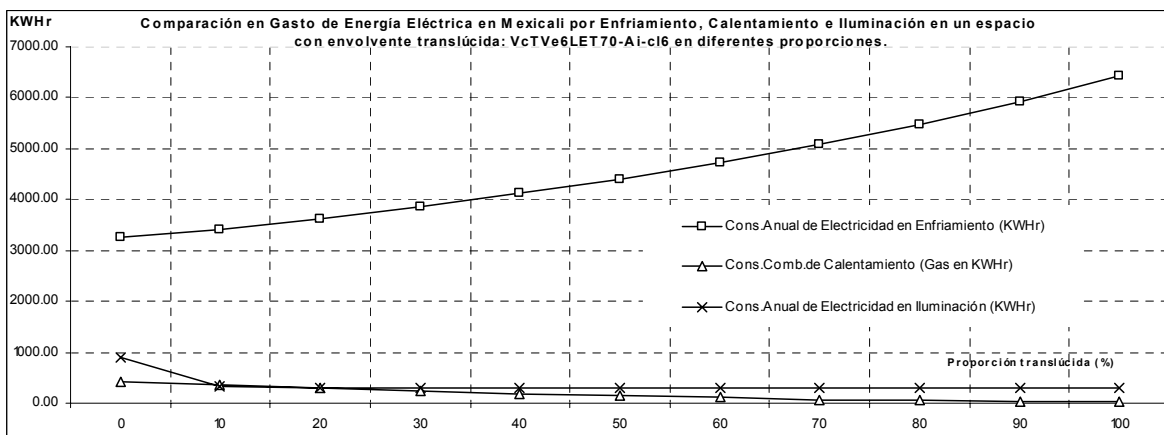
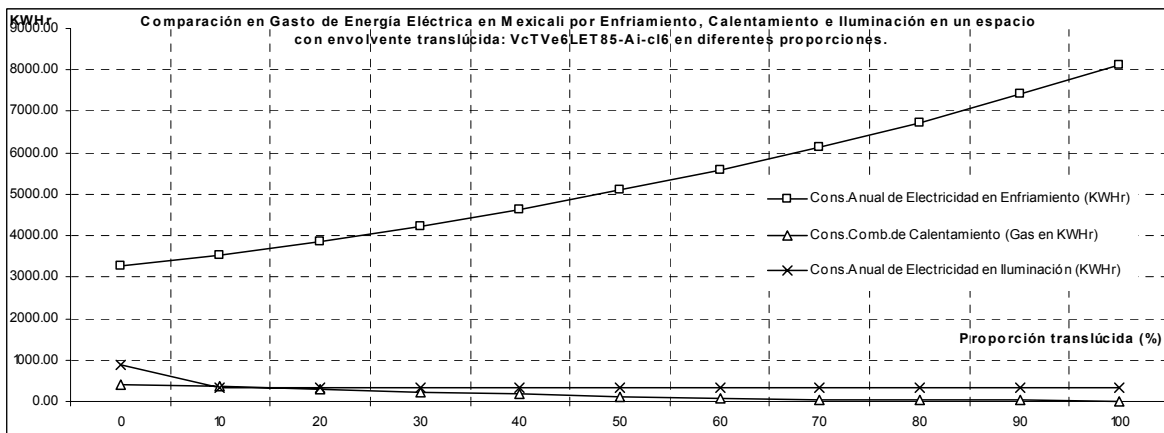
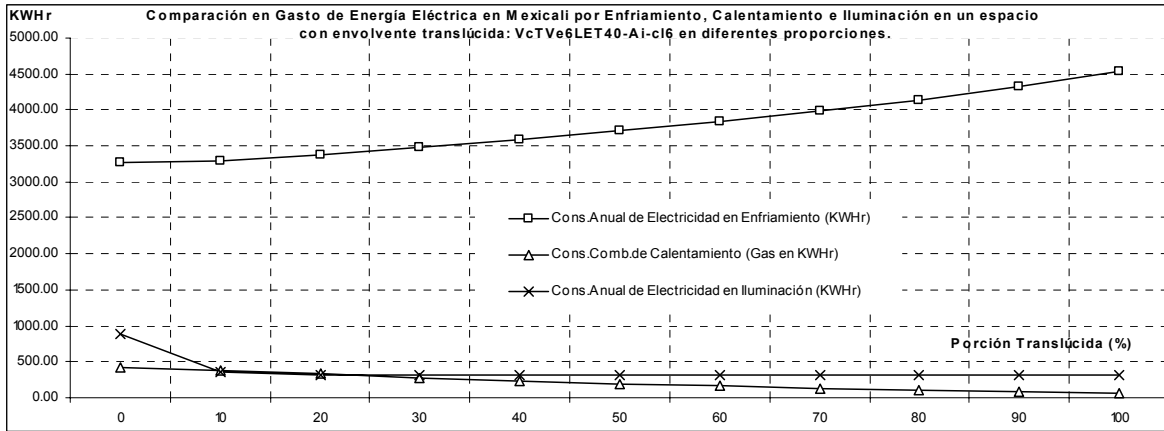
Tipo de vidrio: Vidrio Claro LET70 (Ai/Ar), cámara de Aire y vidrio claro
 Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en Mexicali.



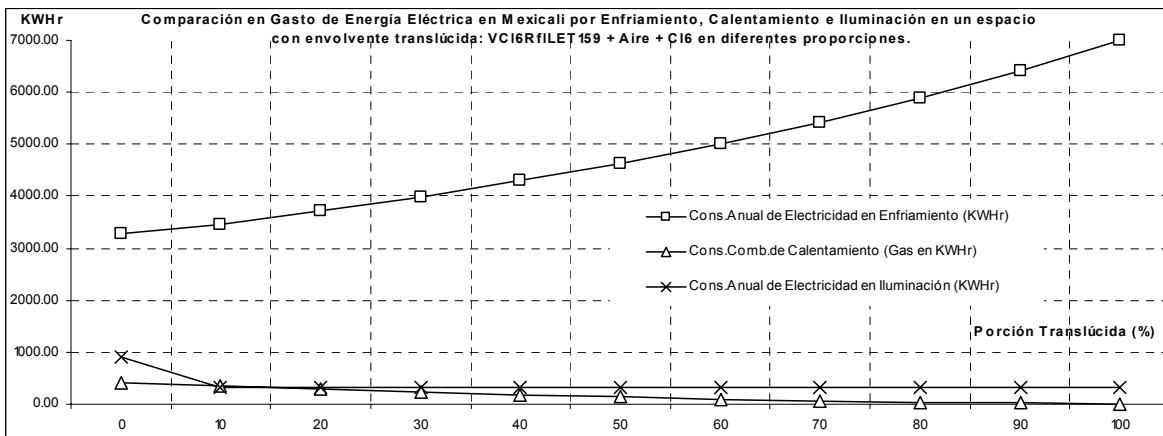
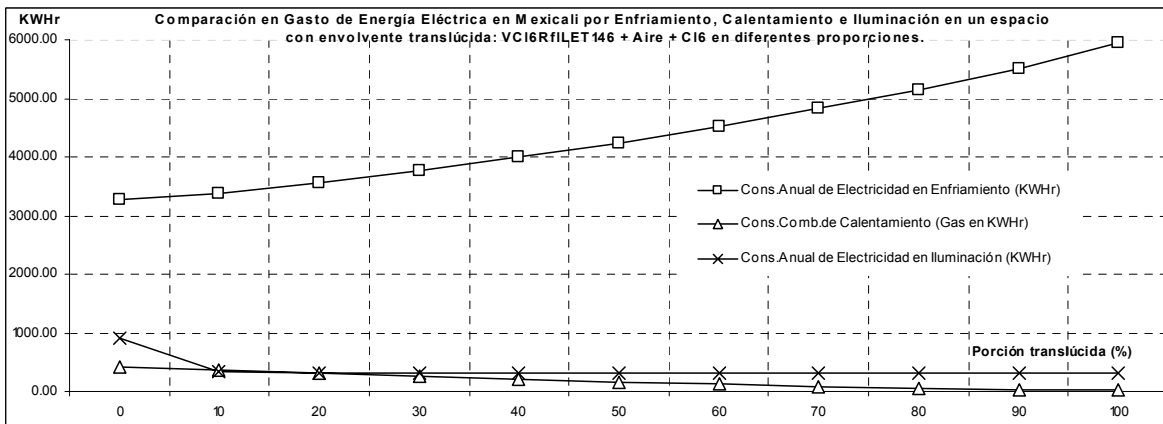
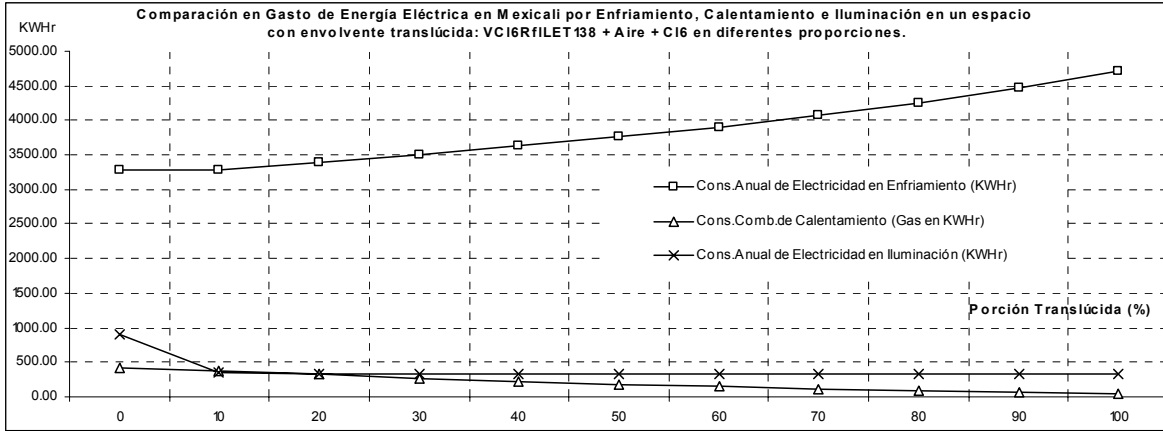
Tipo de vidrio: Vidrio con Tinte Gris LET40-85-70, cámara de Aire y vidrio claro
 Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en Mexicali.



Tipo de vidrio: Vidrio con Tinte Bronce LET40-85-70, cámara de Aire y vidrio claro
 Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en Mexicali.



Tipo de vidrio: Vidrio con Tinte Verde LET40-85-70, cámara de Aire y vidrio claro
Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en Mexicali.



Tipo de vidrio: Vidrio Reflejante con LET138-146-159, cámara de Aire y vidrio claro
 Consumo de energía por enfriamiento, calentamiento e iluminación en Mexicali.

GASTO ENERGETICO (KW/hr) POR ENFRIAMIENTO EN LA ZONA METROPOLITANA DE LA CD. DE MEXICO

Núm.	Tipo de vidrio	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
1	Cl6Vt-0-100CM	65.34	308.59	942.70	1921.85	3192.55	4662.81	6286.42	8015.35	9833.95	11722.04	13644.93
2	Cl6SG-0-100CM	65.34	324.64	1004.71	2041.97	3378.12	4906.91	6586.78	8368.34	10239.06	12179.20	14153.27
3	Cl6Vir-0-100CM	65.34	285.35	854.84	1748.08	2917.41	4300.46	5840.60	7487.35	9227.82	11037.99	12883.90
4	cTGr6Vt -0-100CM	65.34	169.05	379.17	743.30	1272.85	1956.02	2850.83	3903.20	5076.93	6333.87	7638.95
5	cTGr6SG -0-100CM	65.34	161.31	347.64	671.24	1154.85	1798.92	2666.55	3717.72	4896.03	6159.53	7467.17
6	cTGr6Vir -0-100CM	65.34	148.84	302.88	567.91	975.34	1526.53	2287.19	3240.51	4331.21	5513.15	6741.75
7	cTBr6Vt -0-100CM	65.34	165.50	395.05	781.55	1336.25	2053.10	2983.33	4066.79	5268.50	6553.36	7883.95
8	cTBr6SG -0-100CM	65.34	166.34	367.26	716.57	1232.65	1914.98	2821.43	3903.60	5109.94	6400.11	7734.19
9	cTBr6Vir-0-100CM	65.34	170.38	383.15	753.52	1295.12	2011.30	2953.11	4065.72	5300.47	6618.86	7978.10
10	cTVe6Vt-0-100CM	65.95	173.09	395.92	784.96	1343.78	2071.75	3013.98	4110.51	5322.74	6617.10	7954.40
11	cTVe6SG-0-100CM	65.95	161.13	348.27	674.03	1162.03	1817.40	2699.05	3764.61	4954.45	6226.49	7539.32
12	cTVe6Vir-0-100CM	65.95	153.90	322.15	613.49	1056.42	1652.39	2465.98	3468.59	4599.19	5816.11	7078.00
13	RfIPi6Vt -0-100CM	65.95	60.90	59.09	59.79	63.80	71.71	84.51	101.71	122.33	151.74	189.09
14	RfIPi6SG -0-100CM	65.95	56.30	50.41	48.43	49.66	54.95	64.19	77.32	94.60	119.86	153.06
15	RfIPi6Vir -0-100CM	65.95	59.08	55.76	55.15	57.88	65.12	77.49	94.64	116.17	148.23	192.02
16	RfIAzVt -0-100CM	65.95	99.54	160.09	241.06	369.14	552.55	804.01	1141.11	1606.13	2193.01	2875.09
17	RfIAzSG -0-100CM	65.95	80.08	113.68	155.07	212.51	300.77	425.19	616.60	909.77	1335.14	1866.82
18	RfIAzVir -0-100CM	65.95	70.59	92.74	120.92	155.90	206.23	278.99	380.01	535.52	774.15	1109.37
19	Vlam Cl6+pbv+Cl6 Vitro -0-100CM	65.95	240.38	678.32	1394.42	2333.05	3503.53	4834.98	6274.08	7808.10	9414.43	11058.13
20	Vlam Cl6+pbv+Cl6 Saint Gobain -0-100CM	65.95	296.62	896.79	1831.29	3052.86	4479.90	6059.60	7745.01	9519.60	11362.82	13240.11
21	Vlam Cl6+pbv+Cl6 Viracon -0-100CM	65.95	213.97	566.72	1163.58	1955.71	2984.16	4191.22	5518.04	6947.37	8450.70	9994.68
22	VCl6+Ai+Cl6 Vitro -0-100CM	65.95	330.27	1087.55	2244.76	3640.74	5130.66	6659.96	8216.04	9796.99	11398.44	13003.38
23	VCl6+Ai+Cl6 Saint Gobain -0-100CM	65.95	366.83	1224.61	2517.81	4036.16	5639.56	7277.36	8940.65	10625.28	12331.21	14038.19
24	VCl6+Ai+Cl6 Viracon -0-100CM	65.95	312.95	1021.34	2111.38	3444.82	4877.36	6352.86	7854.90	9383.08	10932.68	12486.28
25	cTGr6+Ai+Cl6Vt -0-100CM	65.95	186.80	489.13	1013.49	1710.37	2557.20	3494.16	4478.54	5494.05	6539.64	7601.23
26	cTGr6+Ai+Cl6SG -0-100CM	65.95	174.73	431.94	882.92	1493.41	2247.91	3099.67	4006.95	4954.55	5937.02	6938.23
27	cTGr6+Ai+Cl6Vir -0-100CM	65.95	157.01	356.15	707.09	1201.57	1815.41	2537.49	3327.93	4160.46	5032.81	5927.65
28	cTBr6+Ai+Cl6Vt -0-100CM	65.95	195.40	527.68	1093.60	1843.27	2743.79	3730.29	4762.98	5826.16	6921.80	8032.46
29	cTBr6+Ai+Cl6SG -0-100CM	65.95	183.76	473.11	977.59	1649.58	2470.87	3386.13	4352.18	5354.48	6391.10	7445.02
30	cTBr6+Ai+Cl6Vir-0-100CM	65.95	180.44	458.44	945.81	1598.67	2399.48	3294.17	4240.19	5221.83	6235.59	7266.75
31	cTVe6+Ai+Cl6Vt-0-100CM	65.95	193.10	517.65	1073.57	1809.82	2697.82	3673.68	4697.78	5754.53	6846.30	7953.30
32	cTVe6+Ai+Cl6SG-0-100CM	65.95	178.53	450.48	927.11	1568.28	2356.37	3239.86	4176.45	5151.88	6161.87	7189.60
33	cTVe6+Ai+Cl6Vir-0-100CM	65.95	165.91	397.20	805.40	1365.76	2064.30	2863.85	3721.93	4619.26	5552.79	6504.77
34	VRfIPlata6mm+Ai+Cl6 Vitro -0-100CM	65.95	94.04	127.22	164.78	216.64	299.97	411.84	560.69	741.20	951.05	1183.63
35	VRfIPlata6mm+Ai+Cl6 Saint Gobain -0-100CM	65.95	64.43	63.83	64.10	65.96	70.46	77.15	86.05	96.81	109.31	124.87
36	VRfIPlata6mm+Ai+Cl6 Viracon -0-100CM	65.95	65.14	65.33	66.22	68.77	74.04	81.73	91.56	102.72	116.46	133.93
37	VRfIAzul6mm+Ai+Cl6 Vitro -0-100CM	65.95	126.86	238.28	438.42	738.33	1129.74	1598.63	2147.28	2756.23	3397.11	4065.67
38	VRfIAzul6mm+Ai+Cl6 Saint Gobain -0-100CM	65.95	87.62	129.39	179.54	253.68	362.66	509.42	698.70	927.17	1185.82	1485.99
39	VRfIAzul6mm+Ai+Cl6 Viracon -0-100CM	65.95	78.35	108.68	144.78	188.77	255.44	347.80	470.19	624.17	809.37	1019.16
40	cl6LET40-Ai-cl6-10-0-CM	65.95	117.18	218.65	420.48	721.25	1133.67	1648.12	2210.39	2834.54	3509.61	4166.48
41	cl6LET40-Ar-cl6-10-0-CM	65.95	119.80	230.61	456.31	802.99	1258.80	1827.56	2464.53	3142.70	3837.91	4534.13
42	cl6LET85-Ai-cl6-10-0-CM	65.95	250.74	826.63	1750.89	2945.81	4229.10	5557.50	6899.59	8246.77	9597.05	10934.20
43	cl6LET85-Ar-cl6-10-0-CM	65.95	263.61	896.75	1911.02	3199.57	4564.04	5965.35	7374.31	8786.21	10199.88	11600.36
44	cl6LEHSC70-Ai-cl6-10-0-CM	65.95	161.96	410.59	881.92	1537.06	2347.18	3243.42	4176.24	5125.55	6081.33	7030.06
45	cl6LEHSC70-Ar-cl6-10-0-CM	65.95	165.40	435.94	953.46	1675.60	2557.71	3519.48	4507.55	5505.75	6507.59	7499.78
46	VcTGr6LET40-Ai-cl6-10-0-CM	65.95	90.27	108.51	201.57	312.59	473.23	687.83	953.53	1278.38	1652.74	2056.53
47	VcTGr6LET85-Ai-cl6-10-0-CM	65.95	139.71	275.76	631.15	1096.44	1700.71	2405.56	3169.31	3959.26	4763.53	5565.47
48	VcTGr6LEHSC70-Ai-cl6-10-0-CM	65.95	105.04	173.27	325.97	556.13	870.16	1266.54	1746.03	2277.45	2834.94	3395.19
49	VcTBr6LET40-Ai-cl6-10-0-CM	65.95	93.51	142.32	227.50	364.65	567.36	820.83	1142.36	1518.15	1937.45	2387.47
50	VcTBr6LET85-Ai-cl6-10-0-CM	65.95	114.78	197.68	401.79	700.46	1091.74	1587.75	2158.31	2780.32	3418.37	4065.48
51	VcTBr6LEHSC70-Ai-cl6-10-0-CM	65.95	114.78	197.68	401.79	700.46	1091.74	1587.75	2158.31	2780.32	3418.37	4065.48
52	VcTVe6LE40-Ai-cl6-10-0-CM	65.95	95.96	151.28	259.55	426.05	662.75	962.41	1334.08	1713.06	2176.78	2738.84
53	VcTVe6LE85-Ai-cl6-10-0-CM	65.95	162.68	367.16	876.83	1523.26	2322.25	3207.55	4132.11	5074.83	6025.30	6968.70
54	VcTVe6LEHSC70-Ai-cl6-10-0-CM	65.95	132.25	250.62	568.28	989.63	1547.75	2203.47	2931.41	3685.59	4463.62	5232.06
55	Cl6RfILET138-Aire-Cl6-0-100CM	65.95	101.00	172.20	295.63	498.87	780.05	1133.85	1571.15	2064.31	2595.63	3141.69
56	Cl6RfILET146-Aire-Cl6-0-100CM	65.95	123.08	239.71	476.05	817.64	1272.92	1838.31	2471.87	3146.77	3840.87	4537.47
57	Cl6RfILET159-Aire-Cl6-0-100CM	65.95	141.94	319.46	663.69	1156.89	1797.22	2535.33	3328.75	4149.33	4975.77	5801.64

GASTO ENERGETICO (KW/hr) POR ENFRIAMIENTO EN LA ZONA METROPOLITANA DE LA CD. DE MEXICO

GASTO ENERGÉTICO (KW/hr) POR CALENTAMIENTO EN LA ZONA METROPOLITANA DE LA CD. DE MEXICO

Núm.	Tipo de vidrio	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
1	Cl6Vt-0-100CM	165.45	82.60	46.85	33.05	31.56	44.02	71.47	108.82	155.97	210.70	270.76
2	Cl6SG-0-100CM	165.45	80.29	44.62	30.95	30.22	43.05	70.86	108.24	155.35	210.03	270.03
3	Cl6Vir-0-100CM	165.45	86.14	50.41	36.37	33.81	45.69	72.67	109.79	156.96	211.77	271.96
4	cTGr6Vt -0-100CM	165.45	113.82	83.97	70.30	65.46	69.18	88.42	121.78	167.77	222.65	283.37
5	cTGr6SG -0-100CM	165.45	118.42	92.05	80.73	78.81	86.21	110.66	152.24	207.18	270.90	339.26
6	cTGr6Vir -0-100CM	165.45	123.08	98.59	88.08	86.77	93.40	115.69	155.91	210.25	273.82	342.11
7	cTBr6Vt -0-100CM	165.45	116.89	82.03	68.20	63.12	67.28	87.16	120.87	166.99	222.00	282.69
8	cTBr6SG -0-100CM	165.45	116.38	88.84	76.96	74.42	81.65	105.97	146.74	200.55	263.11	330.51
9	cTBr6Vir-0-100CM	165.45	114.95	86.83	74.78	71.98	79.67	104.61	145.74	199.70	262.36	329.74
10	cTVe6Vt-0-100CM	165.56	112.85	82.49	68.73	63.86	68.79	89.81	124.89	172.21	228.15	289.55
11	cTVe6SG-0-100CM	165.56	118.93	92.65	81.41	79.68	87.91	113.69	156.85	213.06	277.57	346.25
12	cTVe6Vir-0-100CM	165.56	121.33	95.77	84.62	82.87	89.88	113.44	154.54	209.09	272.31	340.08
13	RflPI6Vt -0-100CM	165.56	161.22	159.53	160.68	164.44	169.93	177.04	186.29	197.69	211.05	225.98
14	RflPI6SG -0-100CM	165.56	167.56	172.13	179.68	189.79	201.88	215.94	232.21	250.97	271.91	294.46
15	RflPI6Vir -0-100CM	165.56	165.37	168.43	175.06	184.62	196.44	210.13	226.06	244.65	265.70	288.55
16	RflAzVt -0-100CM	165.56	140.93	119.25	108.56	103.82	103.44	106.88	115.46	135.32	167.21	207.93
17	RflAzSG -0-100CM	165.56	154.76	144.74	142.82	146.75	154.80	166.79	184.30	211.49	250.68	300.02
18	RflAzVir -0-100CM	165.56	159.30	150.04	147.62	150.27	156.72	166.56	179.54	197.39	222.98	257.72
19	Vlam Cl6+pbv+Cl6 Vitro -0-100CM	165.56	93.83	57.99	42.75	37.53	45.71	68.52	101.47	144.57	195.37	251.62
20	Vlam Cl6+pbv+Cl6 Saint Gobain -0-100CM	165.56	84.56	48.67	34.68	32.75	45.21	72.48	109.66	156.57	210.94	270.55
21	Vlam Cl6+pbv+Cl6 Viracon -0-100CM	165.56	100.32	66.04	50.81	45.74	53.36	76.69	111.05	156.54	210.09	268.96
22	VCl6+Ai+Cl6 Vitro -0-100CM	165.56	69.88	26.58	10.37	5.32	3.39	2.85	3.60	6.20	10.55	16.78
23	VCl6+Ai+Cl6 Saint Gobain -0-100CM	165.56	65.48	22.97	8.55	4.30	2.78	2.48	3.52	6.11	10.42	16.92
24	VCl6+Ai+Cl6 Viracon -0-100CM	165.56	72.16	28.50	11.39	5.90	3.76	3.13	3.75	6.24	10.61	16.87
25	cTGr6+Ai+Cl6Vt -0-100CM	165.56	96.44	52.12	29.06	16.51	10.95	8.50	7.75	8.75	12.17	18.09
26	cTGr6+Ai+Cl6SG -0-100CM	165.56	100.72	57.32	33.93	20.66	14.28	11.22	10.45	11.96	16.48	23.58
27	cTGr6+Ai+Cl6Vir -0-100CM	165.56	106.92	64.65	40.84	26.54	18.33	14.41	12.98	13.83	17.92	24.70
28	cTBr6+Ai+Cl6Vt -0-100CM	165.56	94.34	49.94	27.31	15.44	10.28	8.15	7.80	9.30	13.59	20.26
29	cTBr6+Ai+Cl6SG -0-100CM	165.56	97.85	54.03	31.05	18.36	12.60	10.04	9.57	11.25	15.96	23.15
30	cTBr6+Ai+Cl6Vir-0-100CM	165.56	98.76	54.79	31.54	18.54	12.59	9.85	9.10	10.30	14.26	20.67
31	cTVe6+Ai+Cl6Vt-0-100CM	165.56	95.22	50.98	28.30	16.28	11.04	8.90	8.69	10.56	15.51	22.86
32	cTVe6+Ai+Cl6SG-0-100CM	165.56	99.61	55.86	32.56	19.50	13.43	10.61	10.02	11.62	16.22	23.37
33	cTVe6+Ai+Cl6Vir-0-100CM	165.56	103.53	60.12	36.27	22.38	15.21	11.78	10.60	11.42	15.16	21.36
34	VRflPlata6mm+Aire+Cl6 Vitro -0-100CM	165.56	131.85	105.45	85.06	69.05	56.28	46.02	37.98	32.08	27.41	23.80
35	VRflPlata6mm+Aire+Cl6 Saint Gobain -0-100CM	165.56	151.04	137.97	126.68	117.12	108.82	101.58	95.59	90.98	87.26	84.21
36	VRflPlata6mm+Aire+Cl6 Viracon -0-100CM	165.56	150.25	136.43	124.43	114.18	105.33	97.54	90.95	85.75	81.47	77.87
37	VRflAzul6mm+Aire+Cl6 Vitro -0-100CM	165.56	117.85	78.62	53.28	37.07	26.26	19.26	15.52	14.00	13.75	16.18
38	VRflAzul6mm+Aire+Cl6 Saint Gobain -0-100CM	165.56	137.86	109.45	88.43	72.84	61.20	52.51	45.88	41.31	38.25	37.06
39	VRflAzul6mm+Aire+Cl6 Viracon -0-100CM	165.56	142.31	115.44	94.79	78.62	65.95	56.19	48.50	42.37	37.91	34.63
40	cl6LET40-Ai-cl6-10-0-CM	165.56	117.31	72.84	42.78	23.85	10.96	5.12	2.22	1.14	0.69	0.67
41	cl6LET40-Ar-cl6-10-0-CM	165.56	114.93	68.55	38.11	18.56	7.12	2.60	0.99	0.53	0.54	0.54
42	cl6LET85-Ai-cl6-10-0-CM	165.56	77.01	28.25	7.86	1.98	0.80	0.59	0.61	0.63	0.64	0.66
43	cl6LET85-Ar-cl6-10-0-CM	165.56	73.84	24.52	5.57	1.28	0.51	0.51	0.52	0.52	0.52	0.53
44	cl6LEHSC70-Ai-cl6-10-0-CM	165.56	98.85	49.03	21.66	7.51	2.45	1.00	0.58	0.59	0.60	0.61
45	cl6LEHSC70-Ar-cl6-10-0-CM	165.56	96.47	45.47	17.49	4.81	1.25	0.48	0.48	0.47	0.47	0.47
46	VcTGr6LET40-Ai-cl6-10-0-CM	165.56	130.82	117.73	66.46	45.08	29.61	18.04	9.84	5.48	2.96	1.47
47	VcTGr6LET85-Ai-cl6-10-0-CM	165.56	107.47	78.40	31.45	13.83	5.79	2.17	1.09	0.64	0.65	0.67
48	VcTGr6LEHSC70-Ai-cl6-10-0-CM	165.56	122.68	100.82	49.16	28.93	14.75	6.72	2.91	1.23	0.69	0.62
49	VcTBr6LET40-Ai-cl6-10-0-CM	165.56	129.16	113.08	61.88	40.80	25.49	14.48	7.66	4.11	1.99	1.09
50	VcTBr6LET85-Ai-cl6-10-0-CM	165.56	118.05	93.56	42.99	23.35	10.36	4.49	1.74	0.89	0.61	0.62
51	VcTBr6LEHSC70-Ai-cl6-10-0-CM	165.56	118.05	93.56	42.99	23.35	10.36	4.49	1.74	0.89	0.61	0.62
52	VcTVe6LE40-Ai-cl6-10-0-CM	165.56	127.91	109.50	57.47	36.85	22.13	11.65	6.12	3.29	1.53	0.88
53	VcTVe6LE85-Ai-cl6-10-0-CM	165.56	99.06	66.27	22.64	8.37	3.03	1.23	0.64	0.63	0.65	0.67
54	VcTVe6LEHSC70-Ai-cl6-10-0-CM	165.56	110.27	81.85	33.44	15.07	5.97	2.19	1.00	0.59	0.60	0.62
55	Cl6RflLET138-Aire-Cl6-0-100CM	165.56	124.86	82.89	52.18	31.72	17.22	8.07	3.68	1.50	0.84	0.63
56	Cl6RflLET146-Aire-Cl6-0-100CM	165.56	114.42	68.38	38.52	19.90	8.46	3.52	1.35	0.73	0.61	0.63
57	Cl6RflLET159-Aire-Cl6-0-100CM	165.56	106.30	57.79	29.48	12.02	4.68	1.64	0.81	0.60	0.62	0.63

GASTO ENERGÉTICO (KW/hr) POR CALENTAMIENTO EN LA ZONA METROPOLITANA DE LA CD. DE MEXICO

GASTO ENERGETICO (KW/hr) POR ILUMINACION EN LA ZONA METROPOLITANA DE LA CD. DE MEXICO

Núm.	Tipo de vidrio	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
1	Cl6Vt-0-100CM	896.50	336.77	329.00	325.76	324.28	323.33	323.33	323.33	322.49	322.49	322.49
2	Cl6SG-0-100CM	896.50	336.41	328.80	325.66	324.14	323.18	323.18	323.18	322.49	322.49	322.49
3	Cl6Vir-0-100CM	896.50	337.12	329.20	325.86	324.41	323.49	323.49	323.49	322.63	322.49	322.49
4	cTGr6Vt -0-100CM	896.50	358.36	348.25	342.16	337.81	335.64	335.64	335.64	333.98	332.00	330.52
5	cTGr6SG -0-100CM	896.50	360.16	349.68	343.57	339.20	337.03	337.03	337.03	335.31	332.86	331.50
6	cTGr6Vir -0-100CM	896.50	357.63	347.56	341.44	337.12	335.02	335.02	335.02	333.29	331.56	330.07
7	cTBr6Vt -0-100CM	896.50	353.98	343.71	337.60	333.45	331.94	331.94	331.94	330.75	329.16	327.79
8	cTBr6SG -0-100CM	896.50	354.54	344.31	338.19	334.06	332.31	332.31	332.31	331.16	329.51	328.18
9	cTBr6Vir-0-100CM	896.50	351.76	341.37	335.36	331.87	330.38	330.38	330.38	329.35	327.72	326.29
10	cTve6Vt-0-100CM	896.50	341.12	331.71	327.92	325.77	325.07	325.07	325.07	324.41	323.30	322.49
11	cTve6SG-0-100CM	896.50	343.15	332.94	329.16	326.35	325.72	325.72	325.72	325.14	324.17	323.21
12	cTve6Vir-0-100CM	896.50	342.35	332.46	328.67	326.12	325.46	325.46	325.46	324.86	323.83	322.81
13	RflPI6Vt -0-100CM	896.50	755.39	629.87	533.30	473.03	449.87	449.87	449.87	434.93	417.16	404.72
14	RflPI6SG -0-100CM	896.50	755.39	629.87	533.30	473.03	449.87	449.87	449.87	434.93	417.16	404.72
15	RflPI6Vir -0-100CM	896.50	784.84	680.07	590.56	521.33	489.49	489.49	489.49	467.72	442.01	425.73
16	RflAzVt -0-100CM	896.50	376.88	357.74	351.93	347.67	345.43	345.43	345.43	343.65	341.00	338.73
17	RflAzSG -0-100CM	896.50	441.46	386.20	368.35	361.17	358.32	358.32	358.32	356.51	354.04	351.92
18	RflAzVir -0-100CM	896.50	430.41	381.19	365.51	359.20	356.83	356.83	356.83	355.11	352.64	350.49
19	Vlam Cl6+pbv+Cl6 Vitro -0-100CM	896.50	338.48	329.98	326.26	324.93	324.09	324.09	324.09	323.31	322.49	322.49
20	Vlam Cl6+pbv+Cl6 Saint Gobain -0-100CM	896.50	336.77	329.00	325.76	324.28	323.33	323.33	323.33	322.49	322.49	322.49
21	Vlam Cl6+pbv+Cl6 Viracon -0-100CM	896.50	338.48	329.98	326.26	324.93	324.09	324.09	324.09	323.31	322.49	322.49
22	VCl6+Ai+Cl6 Vitro -0-100CM	896.50	339.98	330.95	327.15	325.42	324.66	324.66	324.66	323.95	322.69	322.49
23	VCl6+Ai+Cl6 Saint Gobain -0-100CM	896.50	339.59	330.69	326.88	325.30	324.52	324.52	324.52	323.79	322.56	322.49
24	VCl6+Ai+Cl6 Viracon -0-100CM	896.50	340.75	331.46	327.66	325.66	324.93	324.93	324.93	324.26	323.12	322.49
25	cTGr6+Ai+Cl6Vt -0-100CM	896.50	363.46	351.93	345.85	341.53	339.28	339.28	339.28	337.52	335.00	332.90
26	cTGr6+Ai+Cl6SG -0-100CM	896.50	364.71	352.70	346.65	342.35	340.12	340.12	340.12	338.30	335.71	333.65
27	cTGr6+Ai+Cl6Vir -0-100CM	896.50	362.30	351.17	345.05	340.75	338.50	338.50	338.50	336.72	334.27	332.44
28	cTBr6+Ai+Cl6Vt -0-100CM	896.50	357.00	346.86	340.77	336.41	334.39	334.39	334.39	332.77	331.11	329.70
29	cTBr6+Ai+Cl6SG -0-100CM	896.50	357.67	347.56	341.44	337.12	335.02	335.02	335.02	333.29	331.56	330.07
30	cTBr6+Ai+Cl6Vir-0-100CM	896.50	355.14	344.91	338.77	334.65	332.69	332.69	332.69	331.57	329.85	328.57
31	cTve6+Ai+Cl6Vt-0-100CM	896.50	344.44	334.18	329.88	327.23	326.09	326.09	326.09	325.56	324.66	323.78
32	cTve6+Ai+Cl6SG-0-100CM	896.50	346.22	335.81	331.05	328.41	326.94	326.94	326.94	326.09	325.29	324.50
33	cTve6+Ai+Cl6Vir-0-100CM	896.50	345.77	335.41	330.74	328.12	326.61	326.61	326.61	325.96	325.14	324.33
34	VRflPlata6mm+Aire+Cl6 Vitro -0-100CM	896.50	785.63	681.39	591.75	522.12	490.08	490.08	490.08	468.22	442.41	426.09
35	VRflPlata6mm+Aire+Cl6 Saint Gobain -0-100CM	896.50	785.63	681.39	591.75	522.12	490.08	490.08	490.08	468.22	442.41	426.09
36	VRflPlata6mm+Aire+Cl6 Viracon -0-100CM	896.50	785.63	681.39	591.75	522.12	490.08	490.08	490.08	468.22	442.41	426.09
37	VRflAzul6mm+Aire+Cl6 Vitro -0-100CM	896.50	387.36	361.65	354.86	350.71	348.53	348.53	348.53	346.69	344.08	341.86
38	VRflAzul6mm+Aire+Cl6 Saint Gobain -0-100CM	896.50	456.04	391.66	372.00	363.46	360.33	360.33	360.33	358.08	355.50	353.44
39	VRflAzul6mm+Aire+Cl6 Viracon -0-100CM	896.50	456.04	391.66	372.00	363.46	360.33	360.33	360.33	358.08	355.50	353.44
40	cl6LET40-Ai-cl6-10-0-CM	896.50	366.14	353.50	347.50	343.15	340.94	340.94	340.94	339.10	336.49	334.45
41	cl6LET40-Ar-cl6-10-0-CM	896.50	366.14	353.50	347.50	343.15	340.94	340.94	340.94	339.10	336.49	334.45
42	cl6LET85-Ai-cl6-10-0-CM	896.50	341.53	331.96	328.17	325.89	325.20	325.20	325.20	324.56	323.48	322.49
43	cl6LET85-Ar-cl6-10-0-CM	896.50	341.53	331.96	328.17	325.89	325.20	325.20	325.20	324.56	323.48	322.49
44	cl6LEHSC70-Ai-cl6-10-0-CM	896.50	344.01	333.76	329.65	326.93	325.97	325.97	325.97	325.42	324.50	323.59
45	cl6LEHSC70-Ar-cl6-10-0-CM	896.50	344.01	333.76	329.65	326.93	325.97	325.97	325.97	325.42	324.50	323.59
46	VcTGr6LET40-Ai-cl6-10-0-CM	896.50	467.89	408.48	375.04	365.26	361.87	361.87	361.87	359.43	356.58	354.50
47	VcTGr6LET85-Ai-cl6-10-0-CM	896.50	363.46	353.31	345.85	341.53	339.28	339.28	339.28	337.52	335.00	332.90
48	VcTGr6LEHSC70-Ai-cl6-10-0-CM	896.50	368.33	355.87	348.62	344.27	342.07	341.93	342.07	340.25	337.62	335.46
49	VcTBr6LET40-Ai-cl6-10-0-CM	896.50	423.14	382.35	363.75	357.95	355.78	355.78	355.78	354.12	351.58	349.40
50	VcTBr6LET85-Ai-cl6-10-0-CM	896.50	360.12	351.10	343.57	339.04	337.03	337.03	337.03	335.31	332.83	331.50
51	VcTBr6LEHSC70-Ai-cl6-10-0-CM	896.50	360.12	351.10	343.57	339.04	337.03	337.03	337.03	335.31	332.83	331.50
52	VcTve6LE40-Ai-cl6-10-0-CM	896.50	375.03	358.61	351.30	346.98	344.76	344.76	344.76	342.84	340.34	337.90
53	VcTve6LE85-Ai-cl6-10-0-CM	896.50	346.18	337.15	331.02	328.40	326.94	326.94	326.94	326.08	325.27	324.47
54	VcTve6LEHSC70-Ai-cl6-10-0-CM	896.50	348.61	339.61	332.57	329.79	328.49	328.50	328.52	327.33	326.00	325.32
55	Cl6RflLET138-Aire-Cl6-0-100CM	896.50	365.99	353.42	347.41	343.07	340.86	340.86	340.86	339.00	336.40	334.37
56	Cl6RflLET146-Aire-Cl6-0-100CM	896.50	358.48	348.28	342.17	337.84	335.70	335.70	335.70	334.03	332.05	330.56
57	Cl6RflLET159-Aire-Cl6-0-100CM	896.50	352.50	342.13	336.00	332.33	330.89	330.90	330.90	329.76	328.20	326.70

GASTO ENERGETICO (KW/hr) POR ILUMINACION EN LA ZONA METROPOLITANA DE LA CD. DE MEXICO

GASTO ENERGETICO (KW/hr) POR ENFRIAMIENTO EN LA CD. DE ACAPULCO

Núm.	Tipo de vidrio	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
1	Cl6Vt-0-100ACA	7846.39	9722.89	11770.09	13818.31	15866.24	17913.16	19961.94	22012.82	24071.66	26130.62	28184.90
2	Cl6SG-0-100ACA	7846.39	9777.47	11879.38	13982.34	16084.95	18186.56	20290.12	22395.61	24509.09	26622.71	28731.02
3	Cl6Vir-0-100ACA	7846.39	9640.97	11606.11	13572.28	15538.15	17502.97	19469.74	21438.65	23415.48	25392.42	27365.68
4	cTGr6Vt-0-100ACA	7846.39	9073.93	10463.67	11855.01	13245.75	14635.80	16028.51	17423.38	18826.17	20228.62	21634.72
5	cTGr6SG-0-100ACA	7846.39	9096.02	10506.89	11919.54	13331.53	14742.38	16157.44	17576.90	19000.56	20432.39	21863.93
6	cTGr6Vir-0-100ACA	7846.39	9012.96	10342.19	11672.77	13002.75	14331.69	15664.72	17002.16	18343.87	19693.75	21044.57
7	cTBr6Vt-0-100ACA	7846.39	9099.50	10516.93	11935.61	13353.91	14771.44	16191.50	17613.69	19043.84	20473.67	21906.75
8	cTBr6SG-0-100ACA	7846.39	9118.06	10553.78	11990.70	13427.18	14862.62	16301.85	17745.13	19193.33	20648.13	22102.94
9	cTBr6Vir-0-100ACA	7846.39	9144.43	10607.56	12071.90	13535.87	14998.66	16465.25	17935.92	19411.46	20893.45	22375.25
10	cTVe6Vt-0-100ACA	7161.93	8410.38	9828.47	11247.42	12665.44	14081.90	15500.80	16929.26	18353.85	19799.46	21221.89
11	cTVe6SG-0-100ACA	7161.93	8405.11	9816.96	11230.00	12641.57	14052.81	15467.21	16891.51	18314.57	19758.69	21180.08
12	cTVe6Vir-0-100ACA	7161.93	8347.11	9701.32	11056.61	12410.52	13763.88	15120.43	16486.62	17851.45	19237.28	20601.03
13	RfIPi6Vt-0-100ACA	7161.93	7271.59	7389.77	7516.95	7654.94	7802.52	7953.83	8106.04	8261.90	8411.74	8580.65
14	RfIPi6SG-0-100ACA	7161.93	7296.05	7438.67	7590.18	7752.30	7923.82	8100.86	8278.95	8459.93	8641.93	8840.50
15	RfIPi6Vir-0-100ACA	7161.93	7336.28	7514.14	7698.55	7888.24	8087.16	8294.78	8503.56	8712.26	8924.04	9152.20
16	RfIAzVt-0-100ACA	7161.93	7750.32	8493.29	9240.12	9986.58	10731.19	11478.34	12227.20	12976.60	13739.66	14506.21
17	RfIAzSG-0-100ACA	7161.93	7691.18	8344.45	9009.05	9675.06	10340.04	11008.74	11684.47	12357.33	13050.73	13729.95
18	RfIAzVir-0-100ACA	7161.93	7526.66	8020.77	8524.83	9057.97	9534.89	10041.65	10551.95	11061.80	11587.39	12118.89
19	Vlam Cl6+pbv+Cl6 Vitro -0-100ACA	7161.83	8725.31	10459.54	12194.51	13928.98	15661.23	17396.07	19137.76	20876.37	22634.27	24365.91
20	Vlam Cl6+pbv+Cl6 Saint Gobain -0-100ACA	7161.83	8980.14	10969.69	12960.07	14949.66	16937.10	18927.13	20925.96	22920.75	24936.08	26921.60
21	Vlam Cl6+pbv+Cl6 Viracon -0-100ACA	7161.83	8622.07	10253.00	11884.70	13515.78	15144.63	16776.25	18416.08	20052.20	21708.36	23339.28
22	VCl6+Ai+Cl6 Vitro -0-100ACA	7161.83	8540.62	10089.78	11640.03	13190.87	14741.76	16291.27	17837.73	19383.55	20932.89	22464.43
23	VCl6+Ai+Cl6 Saint Gobain -0-100ACA	7161.83	8648.57	10305.84	11964.21	13623.16	15282.14	16939.75	18594.27	20248.20	21905.64	23544.00
24	VCl6+Ai+Cl6 Viracon -0-100ACA	7161.83	8486.83	9981.88	11478.08	12974.77	14471.62	15967.06	17459.45	18951.28	20446.61	21924.55
25	cTGr6+Ai+Cl6Vt -0-100ACA	7161.83	7980.91	8961.28	9943.54	10926.10	11909.01	12891.03	13869.85	14847.83	15829.69	16799.32
26	cTGr6+Ai+Cl6SG -0-100ACA	7161.83	7933.42	8865.67	9800.03	10734.69	11669.51	12603.42	13534.68	14464.88	15395.63	16322.93
27	cTGr6+Ai+Cl6Vir -0-100ACA	7161.83	7824.51	8649.06	9475.30	10301.85	11128.63	11954.43	12777.59	13599.73	14422.55	15242.80
28	cTBr6+Ai+Cl6Vt -0-100ACA	7161.83	8035.81	9073.89	10113.19	11153.01	12193.18	13232.17	14268.29	15303.43	16340.96	17369.62
29	cTBr6+Ai+Cl6SG -0-100ACA	7161.83	7985.09	8972.14	9960.46	10949.28	11938.36	12926.27	13911.57	14895.96	15880.81	16861.52
30	cTBr6+Ai+Cl6Vir-0-100ACA	7161.83	7954.07	8911.16	9869.39	10828.33	11787.42	12745.36	13700.37	14654.59	15610.82	16559.54
31	cTVe6+Ai+Cl6Vt-0-100ACA	7161.83	8034.79	9076.24	10119.20	11162.34	12205.61	13247.56	14286.93	15325.58	16364.88	17399.19
32	cTVe6+Ai+Cl6SG-0-100ACA	7161.83	7954.31	8914.54	9876.43	10838.55	11800.56	12761.49	13719.78	14677.25	15635.50	16589.77
33	cTVe6+Ai+Cl6Vir-0-100ACA	7161.83	7870.06	8746.21	9623.98	10501.97	11379.91	12256.83	13130.70	14004.12	14879.66	15748.56
34	VRfIPlata6mm+Ai+Cl6 Vitro -0-100ACA	7161.83	7268.21	7378.06	7494.58	7616.42	7749.64	7891.45	8030.75	8162.08	8291.98	8418.18
35	VRfIPlata6mm+Ai+Cl6 Saint Gobain -0-100ACA	7161.83	7025.08	6891.77	6765.12	6643.80	6533.77	6432.31	6328.26	6216.27	6102.77	5988.23
36	VRfIPlata6mm+Ai+Cl6 Viracon -0-100ACA	7161.83	7022.02	6885.65	6755.95	6631.59	6518.53	6414.24	6307.53	6192.18	6075.09	5956.94
37	VRfIAzul6mm+Ai+Cl6 Vitro -0-100ACA	7161.83	7573.75	8135.59	8703.03	9271.26	9839.78	10407.38	10971.71	11534.79	12103.72	12658.37
38	VRfIAzul6mm+Ai+Cl6 Saint Gobain -0-100ACA	7161.83	7300.35	7556.62	7826.21	8098.87	8372.87	8646.15	8916.09	9184.80	9459.38	9724.35
39	VRfIAzul6mm+Ai+Cl6 Viracon -0-100ACA	7161.83	7176.97	7309.88	7456.14	7605.57	7756.25	7906.75	8054.01	8199.74	8348.22	8489.36
40	cl6LET40-Ai-cl6-10-0-ACA	7161.83	7277.89	7557.89	7838.35	8111.36	8400.78	8688.91	8964.32	9258.37	9518.35	9788.36
41	cl6LET40-Ar-cl6-10-0-ACA	7161.83	7239.77	7477.62	7717.99	7958.83	8200.29	8442.34	8684.19	8924.18	9159.18	9388.00
42	cl6LET85-Ai-cl6-10-0-ACA	7161.83	7980.76	8963.28	9950.22	10937.71	11941.13	12913.73	13901.22	14886.74	15868.47	16836.93
43	cl6LET85-Ar-cl6-10-0-ACA	7161.83	7966.15	8929.64	9899.76	10870.46	11857.15	12813.05	13784.22	14753.98	15719.06	16669.83
44	cl6LEHSC70-Ai-cl6-10-0-ACA	7161.83	7539.16	8085.09	8632.70	9180.62	9729.14	10277.82	10826.15	11372.65	11915.08	12448.14
45	cl6LEHSC70-Ar-cl6-10-0-ACA	7161.83	7493.79	7994.35	8496.59	8999.14	9502.35	10005.86	10509.14	11011.64	11510.23	11996.46
46	VcTGr6LET40-Ai-cl6-10-0-ACA	7161.83	7980.91	8961.28	9943.54	10926.10	11909.01	12891.03	13869.85	14847.83	15829.69	16799.32
47	VcTGr6LET85-Ai-cl6-10-0-ACA	7161.83	7933.42	8865.67	9800.03	10734.69	11669.51	12603.42	13534.68	14464.88	15395.63	16322.93
48	VcTGr6LEHSC70-Ai-cl6-10-0-ACA	7161.83	7824.51	8649.06	9475.30	10301.85	11128.63	11954.43	12777.59	13599.73	14422.55	15242.80
49	VcTBr6LET40-Ai-cl6-10-0-ACA	7161.83	8035.81	9073.89	10113.19	11153.01	12193.18	13232.17	14268.29	15303.43	16340.96	17369.62
50	VcTBr6LET85-Ai-cl6-10-0-ACA	7161.83	7985.09	8972.14	9960.46	10949.28	11938.36	12926.27	13911.57	14895.96	15880.81	16861.52
51	VcTBr6LEHSC70-Ai-cl6-10-0-ACA	7161.83	7954.07	8911.16	9869.39	10828.33	11787.42	12745.36	13700.37	14654.59	15610.82	16559.54
52	VcTVe6LE85-Ai-cl6-10-0-ACA	7161.83	8034.79	9076.24	10119.20	11162.34	12205.61	13247.56	14286.93	15325.58	16364.88	17399.19
53	VcTVe6LE85-Ar-cl6-10-0-ACA	7161.83	7954.31	8914.54	9876.43	10838.55	11800.56	12761.49	13719.78	14677.25	15635.50	16589.77
54	VcTVe6LEHSC70-Ai-cl6-10-0-ACA	7161.83	7870.06	8746.21	9623.98	10501.97	11379.91	12256.83	13130.70	14004.12	14879.66	15748.56
55	Cl6RfILET138-Ai-cl6-0-100ACA	7161.83	7143.49	7285.09	7429.15	7573.70	7718.85	7864.50	8009.81	8152.77	8291.46	8425.42
56	Cl6RfILET146-Ai-cl6-0-100ACA	7161.83	7291.16	7583.91	7878.10	8172.96	8468.43	8764.34	9059.87	9353.21	9642.33	9925.07
57	Cl6RfILET159-Ai-cl6-0-100ACA	7161.83	7429.05	7853.94	8284.37	8715.52	9167.01	9579.05	10010.62	10439.94	10865.14	11282.50

GASTO ENERGETICO (KW/hr) POR ENFRIAMIENTO EN LA CD. DE ACAPULCO

GASTO ENERGETICO (KW/hr) POR CALENTAMIENTO EN LA CD. DE ACAPULCO

Núm.	Tipo de vidrio	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
1	Cl6Vt-0-100ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	Cl6SG-0-100ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	Cl6Vir-0-100ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	cTGr6Vt -0-100ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	cTGr6SG -0-100ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	cTGr6Vir -0-100ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	cTBr6Vt -0-100ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	cTBr6SG -0-100ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	cTBr6Vir-0-100ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	cTve6Vt-0-100ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	cTve6SG-0-100ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	cTve6Vir-0-100ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	RfIPi6Vt -0-100ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	RfIPi6SG -0-100ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	RfIPi6Vir -0-100ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	RfIAzVt -0-100ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	RfIAzSG -0-100ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	RfIAzVir -0-100ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	Vlam Cl6+pbv+Cl6 Vitro -0-100ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	Vlam Cl6+pbv+Cl6 Saint Gobain -0-100ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	Vlam Cl6+pbv+Cl6 Viracon -0-100ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22	VCl6+Ai+Cl6 Vitro -0-100ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23	VCl6+Ai+Cl6 Saint Gobain -0-100ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24	VCl6+Ai+Cl6 Viracon -0-100ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	cTGr6+Ai+Cl6Vt -0-100ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
26	cTGr6+Ai+Cl6SG -0-100ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27	cTGr6+Ai+Cl6Vir -0-100ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28	cTBr6+Ai+Cl6Vt -0-100ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
29	cTBr6+Ai+Cl6SG -0-100ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30	cTBr6+Ai+Cl6Vir-0-100ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
31	cTve6+Ai+Cl6Vt-0-100ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
32	cTve6+Ai+Cl6SG-0-100ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
33	cTve6+Ai+Cl6Vir-0-100ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
34	VRRIPlata6mm+Aire+Cl6 Vitro -0-100ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
35	VRRIPlata6mm+Aire+Cl6 Saint Gobain -0-100ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
36	VRRIPlata6mm+Aire+Cl6 Viracon -0-100ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
37	VRRIAzul6mm+Aire+Cl6 Vitro -0-100ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
38	VRRIAzul6mm+Aire+Cl6 Saint Gobain -0-100ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
39	VRRIAzul6mm+Aire+Cl6 Viracon -0-100ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
40	cl6LET40-Ai-cl6-10-0-ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
41	cl6LET40-Ar-cl6-10-0-ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
42	cl6LET85-Ai-cl6-10-0-ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
43	cl6LET85-Ar-cl6-10-0-ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
44	cl6LEHST70-Ai-cl6-10-0-ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
45	cl6LEHST70-Ar-cl6-10-0-ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
46	VcTGr6LET40-Ai-cl6-10-0-ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
47	VcTGr6LET85-Ai-cl6-10-0-ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
48	VcTGr6LEHST70-Ai-cl6-10-0-ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
49	VcTBr6LET40-Ai-cl6-10-0-ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
50	VcTBr6LET85-Ai-cl6-10-0-ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
51	VcTBr6LEHST70-Ai-cl6-10-0-ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
52	VcTve6LE85-Ai-cl6-10-0-ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
53	VcTve6LE85-Ai-cl6-10-0-ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
54	VcTve6LEHST70-Ai-cl6-10-0-ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
55	Cl6RfILET138-Aire-Cl6-0-100ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
56	Cl6RfILET146-Aire-Cl6-0-100ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
57	Cl6RfILET159-Aire-Cl6-0-100ACA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

GASTO ENERGETICO (KW/hr) POR CALENTAMIENTO EN LA CD. DE ACAPULCO

GASTO ENERGETICO (KW/hr) POR ILUMINACION EN LA CD. DE ACAPULCO

Núm.	Tipo de vidrio	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
1	Cl6Vt-0-100ACA	896.50	337.88	330.00	325.92	324.37	323.65	323.65	323.65	322.99	322.48	322.34
2	Cl6SG-0-100ACA	896.50	337.56	329.75	325.73	324.27	323.53	323.53	323.53	322.93	322.41	322.34
3	Cl6Vir-0-100ACA	896.50	338.20	330.24	326.10	324.48	323.77	323.77	323.77	323.11	322.56	322.34
4	cTGr6Vt -0-100ACA	896.50	361.17	349.47	343.26	338.83	336.78	336.78	336.78	335.38	333.42	331.77
5	cTGr6SG -0-100ACA	896.50	363.37	350.89	344.75	340.23	338.12	338.12	338.12	336.51	334.40	332.84
6	cTGr6Vir -0-100ACA	896.50	360.14	348.79	342.52	338.20	336.26	336.26	336.26	334.79	332.91	331.29
7	cTBr6Vt -0-100ACA	896.50	355.46	344.88	338.64	334.94	333.35	333.35	333.35	331.99	330.19	328.57
8	cTBr6SG -0-100ACA	896.50	356.14	345.50	339.21	335.45	333.78	333.78	333.78	332.45	330.62	329.00
9	cTBr6Vir-0-100ACA	896.50	353.02	342.46	336.55	333.27	331.63	331.63	331.63	330.42	328.50	326.87
10	cTve6Vt-0-100ACA	896.50	340.41	331.89	327.52	325.14	324.54	324.54	324.54	323.98	323.03	322.34
11	cTve6SG-0-100ACA	896.50	342.57	333.22	329.02	325.62	325.09	325.09	325.09	324.60	323.78	322.96
12	cTve6Vir-0-100ACA	896.50	341.71	332.70	328.43	325.43	324.88	324.88	324.88	324.36	323.48	322.62
13	RfIPi6Vt -0-100ACA	896.50	745.27	621.66	527.99	470.10	448.77	448.77	448.77	434.84	417.82	405.53
14	RfIPi6SG -0-100ACA	896.50	745.27	621.66	527.99	470.10	448.77	448.77	448.77	434.84	417.82	405.53
15	RfIPi6Vir -0-100ACA	896.50	776.97	669.02	583.38	516.30	485.82	485.82	485.82	465.11	441.71	425.92
16	RfIAzVt -0-100ACA	896.50	377.88	375.95	351.49	347.19	344.93	344.93	344.93	343.09	340.28	338.01
17	RfIAzSG -0-100ACA	896.50	441.18	386.46	369.11	361.50	358.62	358.62	358.62	356.45	353.60	351.48
18	RfIAzVir -0-100ACA	896.50	430.45	381.81	366.34	359.55	356.83	356.83	356.83	354.78	352.18	350.07
19	Vlam Cl6+pbv+Cl6 Vitro -0-100ACA	896.50	337.80	329.98	325.55	324.42	323.71	323.71	323.71	323.04	322.34	322.34
20	Vlam Cl6+pbv+Cl6 Saint Gobain -0-100ACA	896.50	336.36	328.82	325.13	323.87	323.06	323.06	323.06	322.34	322.34	322.34
21	Vlam Cl6+pbv+Cl6 Viracon -0-100ACA	896.50	337.80	329.98	325.55	324.42	323.71	323.71	323.71	323.04	322.34	322.34
22	VCl6+Ai+Cl6 Vitro -0-100ACA	896.50	339.25	331.06	326.58	324.84	324.19	324.19	324.19	323.59	322.66	322.34
23	VCl6+Ai+Cl6 Saint Gobain -0-100ACA	896.50	338.86	330.77	326.26	324.74	324.07	324.07	324.07	323.45	322.40	322.34
24	VCl6+Ai+Cl6 Viracon -0-100ACA	896.50	340.02	331.62	327.21	325.04	324.43	324.43	324.43	323.85	322.88	322.34
25	cTGr6+Ai+Cl6Vt -0-100ACA	896.50	364.11	351.49	345.36	340.83	338.54	338.54	338.54	336.99	334.90	333.18
26	cTGr6+Ai+Cl6SG -0-100ACA	896.50	365.50	352.24	346.18	341.71	339.39	339.39	339.39	337.64	335.48	333.81
27	cTGr6+Ai+Cl6Vir -0-100ACA	896.50	362.76	350.74	344.55	340.02	337.81	337.81	337.81	336.32	334.31	332.68
28	cTBr6+Ai+Cl6Vt -0-100ACA	896.50	357.04	346.39	340.04	336.06	334.41	334.41	334.41	333.03	331.24	329.65
29	cTBr6+Ai+Cl6SG -0-100ACA	896.50	357.86	347.08	340.74	336.65	334.92	334.92	334.92	333.51	331.73	330.08
30	cTBr6+Ai+Cl6Vir-0-100ACA	896.50	354.81	344.40	338.04	334.62	332.94	332.94	332.94	331.74	329.83	328.31
31	cTve6+Ai+Cl6Vt-0-100ACA	896.50	343.90	334.24	329.86	326.68	325.41	325.41	325.41	324.96	324.20	323.44
32	cTve6+Ai+Cl6SG-0-100ACA	896.50	345.74	335.56	331.17	328.12	326.33	326.33	326.33	325.41	324.73	324.06
33	cTve6+Ai+Cl6Vir-0-100ACA	896.50	345.27	335.24	330.82	327.77	325.92	325.92	325.92	325.30	324.60	323.91
34	VRfIPiata6mm+Aire+Cl6 Vitro -0-100ACA	896.50	778.24	671.03	585.44	517.59	486.75	486.75	486.75	465.80	442.24	426.38
35	VRfIPiata6mm+Aire+Cl6 Saint Gobain -0-100ACA	896.50	778.24	671.03	585.44	517.59	486.75	486.75	486.75	465.80	442.24	426.38
36	VRfIPiata6mm+Aire+Cl6 Viracon -0-100ACA	896.50	778.24	671.03	585.44	517.59	486.75	486.75	486.75	465.80	442.24	426.38
37	VRfIAzul6mm+Aire+Cl6 Vitro -0-100ACA	896.50	387.62	362.02	354.50	350.29	348.06	348.06	348.06	346.23	343.53	341.19
38	VRfIAzul6mm+Aire+Cl6 Saint Gobain -0-100ACA	896.50	454.42	392.01	372.82	364.11	360.64	360.64	360.64	358.36	355.24	352.97
39	VRfIAzul6mm+Aire+Cl6 Viracon -0-100ACA	896.50	454.42	392.01	372.82	364.11	360.64	360.64	360.64	358.36	355.24	352.97
40	cl6LET40-Ai-cl6-10-0-ACA	896.50	366.97	353.03	347.02	342.57	340.22	340.22	340.22	338.36	336.12	334.46
41	cl6LET40-Ar-cl6-10-0-ACA	896.50	366.97	353.03	347.02	342.57	340.22	340.22	340.22	338.36	336.12	334.46
42	cl6LET85-Ai-cl6-10-0-ACA	896.50	340.83	332.17	327.83	325.24	324.65	324.65	324.65	324.11	323.19	322.34
43	cl6LET85-Ar-cl6-10-0-ACA	896.50	340.83	332.17	327.83	325.24	324.65	324.65	324.65	324.11	323.19	322.34
44	cl6LEHSC70-Ai-cl6-10-0-ACA	896.50	343.46	333.90	329.58	326.31	325.30	325.30	325.30	324.84	324.06	323.28
45	cl6LEHSC70-Ar-cl6-10-0-ACA	896.50	343.46	333.90	329.58	326.31	325.30	325.30	325.30	324.84	324.06	323.28
46	VcTGr6LET40-Ai-cl6-10-0-ACA	896.50	364.11	351.49	345.36	340.83	338.54	338.54	338.54	336.99	334.90	333.18
47	VcTGr6LET85-Ai-cl6-10-0-ACA	896.50	365.50	352.24	346.18	341.71	339.39	339.39	339.39	337.64	335.48	333.81
48	VcTGr6LEHSC70-Ai-cl6-10-0-ACA	896.50	362.76	350.74	344.55	340.02	337.81	337.81	337.81	336.32	334.31	332.68
49	VcTBr6LET40-Ai-cl6-10-0-ACA	896.50	357.04	346.39	340.04	336.06	334.41	334.41	334.41	333.03	331.24	329.65
50	VcTBr6LET85-Ai-cl6-10-0-ACA	896.50	357.86	347.08	340.74	336.65	334.92	334.92	334.92	333.51	331.73	330.08
51	VcTBr6LEHSC70-Ai-cl6-10-0-ACA	896.50	354.81	344.40	338.04	334.62	332.94	332.94	332.94	331.74	329.83	328.31
52	VcTve6LE85-Ai-cl6-10-0-ACA	896.50	343.90	334.24	329.86	326.68	325.41	325.41	325.41	324.96	324.20	323.44
53	VcTve6LE85-Ar-cl6-10-0-ACA	896.50	345.74	335.56	331.17	328.12	326.33	326.33	326.33	325.41	324.73	324.06
54	VcTve6LEHSC70-Ai-cl6-10-0-ACA	896.50	345.27	335.24	330.82	327.77	325.92	325.92	325.92	325.30	324.60	323.91
55	Cl6RfILET138-Aire-Cl6-0-100ACA	896.50	366.94	353.01	347.00	342.55	340.20	340.20	340.20	338.33	336.10	334.44
56	Cl6RfILET146-Aire-Cl6-0-100ACA	896.50	358.81	347.86	341.57	337.28	335.47	335.47	335.47	334.13	332.26	330.64
57	Cl6RfILET159-Aire-Cl6-0-100ACA	896.50	351.96	341.48	335.71	332.56	330.93	331.00	331.00	329.72	327.86	326.03

GASTO ENERGETICO (KW/hr) POR ILUMINACION EN LA CD. DE ACAPULCO

GASTO ENERGETICO (KW/hr) POR ENFRIAMIENTO EN LA CD. DE MEXICALI.

Núm.	Tipo de vidrio	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
1	Cl6Vt-0-100MEX	3269.77	4292.55	5449.23	6656.14	7949.94	9371.90	10972.40	12683.79	14456.86	16261.29	18072.40
2	Cl6SG-0-100MEX	3269.77	4319.89	5509.68	6754.19	8094.39	9574.93	11241.25	13013.91	14845.10	16700.55	18563.26
3	Cl6Vir-0-100MEX	3269.77	4245.37	5350.11	6501.97	7729.45	9070.09	10578.40	12203.92	13896.50	15626.00	17360.31
4	cTGr6Vt -0-100MEX	3269.77	3936.67	4701.31	5489.31	6303.58	7156.19	8080.12	9070.77	10134.98	11278.24	12458.71
5	cTGr6SG -0-100MEX	3269.77	3946.63	4719.11	5514.80	6335.90	7197.80	8128.27	9122.62	10179.36	11316.62	12490.71
6	cTGr6Vir -0-100MEX	3269.77	3902.77	4628.79	5377.10	6145.87	6949.74	7812.77	8733.76	9708.09	10749.83	11842.92
7	cTBr6Vt -0-100MEX	3269.77	3951.01	4731.52	5536.26	6367.87	7241.12	8188.60	9204.47	10302.37	11473.99	12683.19
8	cTBr6SG -0-100MEX	3269.77	3959.47	4746.86	5557.63	6395.33	7275.49	8228.32	9246.51	10333.81	11502.07	12705.77
9	cTBr6Vir-0-100MEX	3269.77	3973.97	4777.10	5604.53	6459.61	7360.54	8336.29	9379.60	10498.92	11695.68	12928.49
10	cTVe6Vt-0-100MEX	3269.77	3950.85	4731.44	5536.20	6367.80	7241.08	8188.56	9204.44	10302.35	11473.97	12683.18
11	cTVe6SG-0-100MEX	3269.77	3946.23	4718.99	5514.71	6335.82	7197.74	8128.20	9122.56	10179.30	11316.60	12490.71
12	cTVe6Vir-0-100MEX	3269.77	3915.48	4656.11	5418.89	6203.85	7025.31	7909.24	8853.96	9855.07	10930.05	12049.04
13	RfiPI6Vt -0-100MEX	3269.77	3347.84	3434.28	3529.32	3626.53	3739.26	3857.91	3982.36	4109.62	4241.88	4380.67
14	RfiPI6SG -0-100MEX	3269.77	3361.06	3461.51	3570.26	3685.70	3811.81	3948.11	4090.77	4236.75	4388.37	4546.94
15	RfiPI6Vir -0-100MEX	3269.77	3381.68	3497.77	3623.15	3755.60	3897.04	4049.17	4208.07	4368.94	4535.64	4711.66
16	RfiAZvT -0-100MEX	3269.77	3599.57	4012.91	4435.72	4863.95	5306.34	5763.28	6243.24	6751.27	7290.54	7853.36
17	RfiAZSG -0-100MEX	3269.77	3568.24	3931.31	4305.61	4689.28	5086.91	5496.54	5918.89	6366.47	6838.24	7335.32
18	RfiAZVir -0-100MEX	3269.77	3483.15	3763.17	4052.68	4349.09	4654.00	4970.42	5296.72	5633.90	5990.47	6365.05
19	Vlam Cl6+pbv+Cl6 Vitro -0-100MEX	3269.77	4121.80	5090.88	6098.17	7153.86	8296.84	9555.06	10946.36	12417.32	13934.33	15468.74
20	Vlam Cl6+pbv+Cl6 Saint Gobain -0-100MEX	3269.77	4258.98	5379.87	6549.56	7800.18	9167.94	10710.40	12367.27	14089.58	15844.80	17605.18
21	Vlam Cl6+pbv+Cl6 Viracon -0-100MEX	3269.77	4065.45	4971.53	5909.99	6885.70	7936.53	9078.35	10339.79	11689.08	13092.92	14519.64
22	VCl6+Ai+Cl6 Vitro -0-100MEX	3269.77	4030.55	4935.50	5911.85	6987.89	8137.47	9452.48	10888.29	12370.79	13875.14	15377.49
23	VCl6+Ai+Cl6 Saint Gobain -0-100MEX	3269.77	4089.95	5064.08	6124.17	7289.24	8553.00	10000.48	11555.89	13142.51	14747.55	16349.51
24	VCl6+Ai+Cl6 Viracon -0-100MEX	3269.77	4001.26	4872.13	5806.84	6838.48	7935.08	9183.46	10555.50	11987.48	13440.42	14892.65
25	cTGr6+Ai+Cl6Vt -0-100MEX	3269.77	3724.78	4283.56	4871.62	5487.31	6150.61	6857.32	7607.03	8455.84	9376.74	10339.94
26	cTGr6+Ai+Cl6SG -0-100MEX	3269.77	3698.68	4227.47	4782.08	5360.82	5974.29	6632.82	7326.21	8094.80	8947.26	9845.95
27	cTGr6+Ai+Cl6Vir -0-100MEX	3269.77	3640.79	4108.25	4595.86	5101.63	5629.59	6197.86	6797.68	7436.08	8157.83	8933.57
28	cTBr6+Ai+Cl6Vt -0-100MEX	3269.77	3754.60	4346.58	4968.92	5622.06	6330.42	7080.62	7885.98	8797.22	9777.77	10796.68
29	cTBr6+Ai+Cl6SG -0-100MEX	3269.77	3727.11	4287.59	4876.68	5491.67	6150.33	6853.17	7597.19	8437.31	9352.33	10312.19
30	cTBr6+Ai+Cl6Vir-0-100MEX	3269.77	3711.15	4255.22	4826.57	5423.81	6061.70	6743.57	7463.90	8273.02	9159.15	10090.46
31	cTVe6+Ai+Cl6Vt-0-100MEX	3269.77	3755.69	4348.52	4971.25	5623.58	6329.44	7078.03	7880.04	8787.23	9764.84	10782.58
32	cTVe6+Ai+Cl6SG-0-100MEX	3269.77	3712.37	4257.32	4829.17	5426.11	6061.98	6742.43	7460.41	8264.99	9148.31	10078.00
33	cTVe6+Ai+Cl6Vir-0-100MEX	3269.77	3667.74	4165.13	4685.31	5227.60	5798.97	6414.76	7062.58	7765.79	8557.12	9396.29
34	VRfiPlata6mm+Ai+Cl6 Vitro -0-100MEX	3269.77	3344.47	3425.71	3515.55	3608.80	3708.26	3819.46	3935.31	4053.99	4177.57	4307.97
35	VRfiPlata6mm+Ai+Cl6 Saint Gobain -0-100MEX	3269.77	3220.43	3173.89	3133.49	3096.23	3063.61	3037.17	3012.88	2987.43	2964.43	2945.97
36	VRfiPlata6mm+Ai+Cl6 Viracon -0-100MEX	3269.77	3218.79	3170.61	3128.58	3090.01	3055.60	3027.25	3001.26	2973.94	2948.80	2928.34
37	VRfiAzul6mm+Ai+Cl6 Vitro -0-100MEX	3269.77	3507.80	3832.23	4167.29	4516.54	4880.03	5255.46	5659.51	6088.42	6540.91	7027.67
38	VRfiAzul6mm+Ai+Cl6 Saint Gobain -0-100MEX	3269.77	3365.52	3521.14	3688.26	3858.79	4036.03	4220.45	4410.64	4609.72	4816.09	5030.89
39	VRfiAzul6mm+Ai+Cl6 Viracon -0-100MEX	3269.77	3302.05	3393.00	3494.44	3599.70	3706.62	3820.45	3939.59	4063.50	4195.23	4329.75
40	cl6LET40-Ai-cl6-10-0-MEX	3269.77	3356.81	3534.68	3721.89	3924.47	4142.15	4376.62	4648.29	4972.94	5300.07	5663.51
41	cl6LET40-Ar-cl6-10-0-MEX	3269.77	3337.64	3497.48	3668.49	3857.31	4066.30	4298.37	4572.86	4874.58	5219.49	5629.76
42	cl6LET85-Ai-cl6-10-0-MEX	3269.77	3734.81	4328.63	4980.33	5720.59	6530.20	7435.25	8459.27	9563.00	10699.15	11837.45
43	cl6LET85-Ar-cl6-10-0-MEX	3269.77	3731.31	4320.12	4977.60	5740.58	6584.07	7555.98	8593.70	9805.52	10991.62	12172.57
44	cl6LEHSCT70-Ai-cl6-10-0-MEX	3269.77	3498.62	3830.88	4190.29	4582.71	5022.24	5509.75	6043.31	6650.11	7334.34	8059.65
45	cl6LEHSCT70-Ar-cl6-10-0-MEX	3269.77	3478.31	3787.91	4130.00	4510.78	4953.75	5446.96	6009.53	6678.21	7411.93	8183.32
46	VcTGr6LET40-Ai-cl6-10-0-MEX	3269.77	3257.10	3301.70	3359.95	3423.12	3493.93	3571.77	3658.80	3755.70	3870.84	4005.48
47	VcTGr6LET85-Ai-cl6-10-0-MEX	3269.77	3436.50	3698.95	3979.92	4281.93	4607.73	4980.36	5382.04	5756.04	6235.15	6772.78
48	VcTGr6LEHSCT70-Ai-cl6-10-0-MEX	3269.77	3301.20	3420.73	3547.84	3685.57	3835.31	4001.41	4185.72	4402.92	4639.48	4901.90
49	VcTBr6LET40-Ai-cl6-10-0-MEX	3269.77	3270.24	3342.16	3424.14	3511.82	3608.99	3713.47	3822.40	3959.67	4115.43	4284.47
50	VcTBr6LET85-Ai-cl6-10-0-MEX	3269.77	3481.70	3809.09	4153.19	4525.62	4934.32	5392.71	5887.08	6436.42	7058.56	7727.62
51	VcTBr6LEHSCT70-Ai-cl6-10-0-MEX	3269.77	3336.03	3493.60	3660.16	3841.57	4038.48	4252.22	4503.24	4778.31	5082.81	5426.71
52	VcTVe6LE40-Ai-cl6-10-0-MEX	3269.77	3281.24	3377.96	3480.80	3590.26	3710.17	3839.18	3981.38	4144.23	4331.33	4532.13
53	VcTVe6LE85-Ai-cl6-10-0-MEX	3269.77	3513.72	3859.91	4233.50	4638.52	5088.62	5585.42	6125.19	6730.10	7410.44	8135.22
54	VcTVe6LEHSCT70-Ai-cl6-10-0-MEX	3269.77	3399.76	3625.47	3866.44	4127.51	4411.86	4735.17	5091.94	5483.76	5927.62	6432.47
55	Cl6RfiLET138-Aire-Cl6-0-100MEX	3274.75	3292.23	3397.44	3508.91	3629.91	3761.92	3907.94	4066.97	4259.56	4470.34	4704.20
56	Cl6RfiLET146-Aire-Cl6-0-100MEX	3274.75	3370.08	3569.89	3770.93	3999.36	4243.35	4511.69	4819.88	5152.92	5500.93	5948.48
57	Cl6RfiLET159-Aire-Cl6-0-100MEX	3274.75	3441.86	3706.19	3990.41	4297.54	4630.85	5015.54	5429.76	5886.17	6408.19	6986.98

GASTO ENERGETICO (KW/hr) POR ENFRIAMIENTO EN LA CD. DE MEXICALI.

GASTO ENERGETICO (KW/hr) POR CALENTAMIENTO EN LA CD. DE MEXICALI

Núm.	Tipo de vidrio	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
1	Cl6Vt-0-100MEX	414.97	362.40	316.18	286.76	271.94	275.60	299.95	334.58	374.16	415.53	458.24
2	Cl6SG-0-100MEX	414.97	357.56	307.78	276.13	259.82	263.38	287.97	322.47	361.91	402.13	443.83
3	Cl6Vir-0-100MEX	414.97	364.71	319.55	290.11	274.43	275.17	296.11	328.33	365.91	405.99	447.12
4	cTGr6Vt-0-100MEX	414.97	394.87	372.89	357.60	350.07	349.81	359.67	378.22	404.29	437.18	474.26
5	cTGr6SG-0-100MEX	414.97	402.17	387.18	378.36	376.55	382.24	397.46	420.82	450.66	487.43	528.16
6	cTGr6Vir-0-100MEX	414.97	406.76	395.38	389.45	389.54	396.31	411.36	434.01	462.47	497.21	536.92
7	cTBr6Vt-0-100MEX	414.97	393.57	370.26	354.13	345.97	345.50	355.46	374.31	401.30	434.68	472.11
8	cTBr6SG-0-100MEX	414.97	399.87	382.53	371.80	368.64	373.07	387.74	410.61	440.48	477.22	517.97
9	cTBr6Vir-0-100MEX	414.97	398.49	379.87	368.25	364.52	368.73	383.50	406.65	437.27	474.43	515.73
10	cTVe6Vt-0-100MEX	414.97	393.86	370.35	354.16	345.98	345.52	355.47	374.33	401.31	434.69	472.12
11	cTVe6SG-0-100MEX	414.97	402.70	387.37	378.45	376.60	382.27	397.50	420.85	450.68	487.45	528.18
12	cTVe6Vir-0-100MEX	414.97	404.65	390.75	382.82	381.30	386.85	401.12	423.34	451.61	486.49	525.75
13	RfiPI6Vt-0-100MEX	414.97	422.89	429.84	436.51	443.61	450.85	458.34	466.49	475.58	485.43	495.88
14	RfiPI6SG-0-100MEX	414.97	431.58	447.07	462.11	477.44	492.78	508.18	524.01	540.66	558.02	575.88
15	RfiPI6Vir-0-100MEX	414.97	430.40	445.42	460.14	475.05	490.04	505.23	520.91	537.41	554.67	572.66
16	RfiAzVt-0-100MEX	414.97	412.94	405.36	402.27	397.34	397.46	400.47	407.17	417.74	432.25	450.11
17	RfiAzSG-0-100MEX	414.97	427.93	437.27	447.44	458.87	472.04	486.95	503.75	523.46	546.38	572.41
18	RfiAzVir-0-100MEX	414.97	427.59	435.80	444.36	453.79	464.39	476.43	489.93	504.92	522.15	541.80
19	Vlam Cl6+pbv+Cl6 Vitro -0-100MEX	414.97	372.06	331.09	302.99	286.35	282.28	293.68	319.35	351.97	387.71	425.87
20	Vlam Cl6+pbv+Cl6 Saint Gobain -0-100MEX	414.97	362.23	315.22	284.53	268.00	268.47	289.67	321.79	359.37	398.88	439.53
21	Vlam Cl6+pbv+Cl6 Viracon -0-100MEX	414.97	379.97	345.18	321.27	307.43	304.93	315.08	338.69	370.39	405.94	444.25
22	VCi6+Ai+Cl6 Vitro -0-100MEX	414.97	328.73	249.30	189.95	146.10	112.87	100.81	102.92	109.52	117.59	126.88
23	VCi6+Ai+Cl6 Saint Gobain -0-100MEX	414.97	323.12	240.42	180.16	135.36	104.48	96.78	101.11	108.11	116.43	125.79
24	VCi6+Ai+Cl6 Viracon -0-100MEX	414.97	331.56	253.90	194.99	151.60	117.71	103.37	103.91	110.37	118.30	127.50
25	cTGr6+Ai+Cl6Vt -0-100MEX	414.97	358.45	300.54	250.98	211.09	180.27	155.09	135.77	128.33	129.43	136.39
26	cTGr6+Ai+Cl6SG -0-100MEX	414.97	363.46	309.86	263.47	225.81	196.29	172.79	154.10	144.44	144.63	151.57
27	cTGr6+Ai+Cl6Vir -0-100MEX	414.97	369.50	320.69	277.73	241.67	212.54	189.77	171.24	157.51	153.70	157.33
28	cTBr6+Ai+Cl6Vt -0-100MEX	414.97	356.85	297.52	247.29	207.52	177.01	152.21	134.66	129.71	132.96	141.51
29	cTBr6+Ai+Cl6SG -0-100MEX	414.97	360.82	304.73	256.80	218.29	188.59	164.68	146.34	139.43	141.33	149.70
30	cTBr6+Ai+Cl6Vir-0-100MEX	414.97	361.34	305.36	257.30	218.45	188.26	163.87	144.73	136.19	136.75	143.75
31	cTVe6+Ai+Cl6Vt-0-100MEX	414.97	358.28	299.67	250.21	211.03	181.10	156.97	139.86	135.15	138.84	148.19
32	cTVe6+Ai+Cl6SG-0-100MEX	414.97	362.67	307.50	260.21	222.08	192.45	168.71	150.13	141.85	142.85	150.56
33	cTVe6+Ai+Cl6Vir-0-100MEX	414.97	366.04	313.43	267.62	230.00	200.05	176.33	157.05	144.57	142.38	147.06
34	VRfiPlata6mm+Aire+Cl6 Vitro -0-100MEX	414.97	386.37	358.59	331.50	305.42	280.50	257.26	236.17	217.26	200.32	185.22
35	VRfiPlata6mm+Aire+Cl6 Saint Gobain -0-100MEX	414.97	400.88	386.53	371.68	357.05	342.61	328.36	314.69	301.95	290.14	279.25
36	VRfiPlata6mm+Aire+Cl6 Viracon -0-100MEX	414.97	399.78	384.35	368.44	352.75	337.28	322.00	307.31	293.61	280.81	269.02
37	VRfiAzul6mm+Aire+Cl6 Vitro -0-100MEX	414.97	376.75	335.00	296.05	261.54	233.16	206.95	186.66	169.55	155.32	146.10
38	VRfiAzul6mm+Aire+Cl6 Saint Gobain -0-100MEX	414.97	392.97	367.75	343.47	320.38	298.92	279.56	262.66	247.95	235.20	224.40
39	VRfiAzul6mm+Aire+Cl6 Viracon -0-100MEX	414.97	393.91	369.15	344.86	321.47	299.17	278.41	259.52	242.66	227.64	214.30
40	cl6LET40-Ai-cl6-10-0-MEX	414.97	366.45	312.00	260.46	212.80	170.72	133.78	102.12	72.75	49.19	31.16
41	cl6LET40-Ar-cl6-10-0-MEX	414.97	361.86	302.84	247.02	195.34	150.16	110.54	76.58	47.20	25.35	12.99
42	cl6LET85-Ai-cl6-10-0-MEX	414.97	328.00	242.29	171.97	116.91	71.97	41.14	24.00	16.21	12.39	9.76
43	cl6LET85-Ar-cl6-10-0-MEX	414.97	321.80	231.34	157.27	99.53	53.86	26.59	14.69	6.90	4.15	2.23
44	cl6LEHSCT70-Ai-cl6-10-0-MEX	414.97	349.23	278.92	215.43	161.59	116.70	78.26	47.52	26.97	14.85	8.27
45	cl6LEHSCT70-Ar-cl6-10-0-MEX	414.97	345.84	269.26	201.49	143.88	96.51	56.22	27.78	12.88	4.52	2.33
46	VcTGr6LET40-Ai-cl6-10-0-MEX	414.97	376.25	334.42	293.35	253.47	215.75	180.58	149.11	120.69	95.48	72.97
47	VcTGr6LET85-Ai-cl6-10-0-MEX	414.97	357.88	296.03	238.84	188.13	144.55	107.97	75.64	51.03	31.65	19.44
48	VcTGr6LEHSCT70-Ai-cl6-10-0-MEX	414.97	369.61	317.85	268.04	221.44	178.93	141.35	108.24	79.27	53.36	33.03
49	VcTBr6LET40-Ai-cl6-10-0-MEX	414.97	374.75	330.59	287.19	245.65	206.56	170.95	139.50	110.77	85.65	63.13
50	VcTBr6LET85-Ai-cl6-10-0-MEX	414.97	352.90	285.92	225.40	173.34	129.48	92.34	60.94	37.64	22.91	14.04
51	VcTBr6LEHSCT70-Ai-cl6-10-0-MEX	414.97	366.08	310.72	258.19	209.42	166.22	128.06	95.39	66.15	42.18	24.55
52	VcTVe6LE40-Ai-cl6-10-0-MEX	414.97	374.47	327.63	282.20	239.32	199.31	163.48	131.40	103.20	78.01	55.64
53	VcTVe6LE85-Ai-cl6-10-0-MEX	414.97	350.38	281.50	219.41	166.80	122.99	85.54	55.05	33.54	20.32	13.08
54	VcTVe6LEHSCT70-Ai-cl6-10-0-MEX	414.97	359.53	297.92	240.70	189.24	144.77	107.05	73.91	46.71	27.08	15.23
55	Cl6RfiLET138-Aire-Cl6-0-100MEX	414.61	371.09	320.83	272.33	226.81	184.74	147.60	114.38	85.52	59.41	38.26
56	Cl6RfiLET146-Aire-Cl6-0-100MEX	414.61	363.03	304.12	250.26	199.18	155.71	117.83	85.17	56.52	35.20	19.76
57	Cl6RfiLET159-Aire-Cl6-0-100MEX	414.61	356.00	291.97	233.06	181.17	136.66	99.25	66.45	40.90	23.81	13.50

GASTO ENERGETICO (KW/hr) POR CALENTAMIENTO EN LA CD. DE MEXICALI

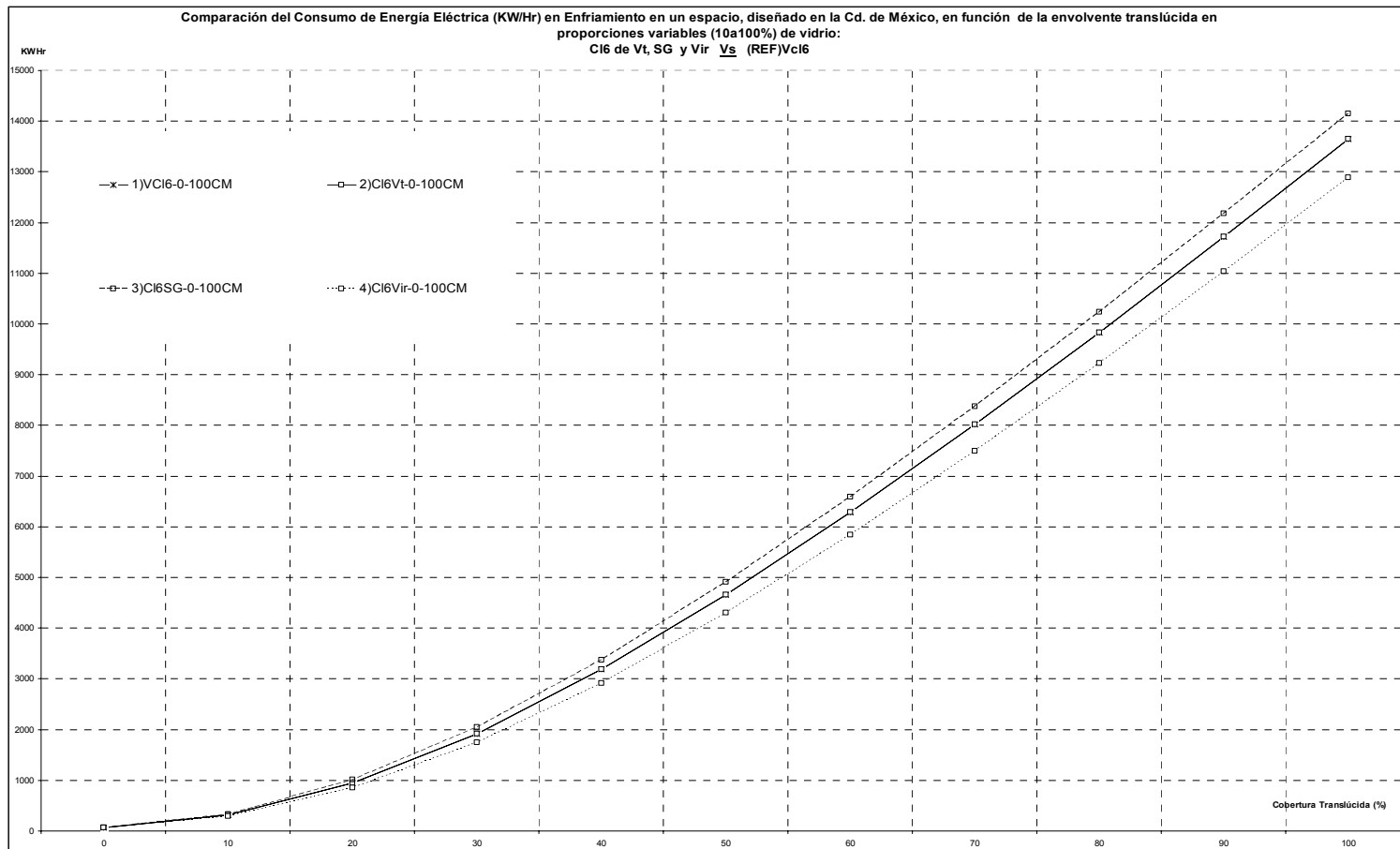
GASTO ENERGETICO (KW/hr) POR ILUMINACION EN LA CD. DE MEXICALI

Núm.	Tipo de vidrio	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
1	Cl6Vt-0-100MEX	889.55	313.75	312.98	312.79	312.73	312.70	312.70	312.70	312.67	312.67	312.67
2	Cl6SG-0-100MEX	889.55	313.68	312.96	312.79	312.73	312.69	312.69	312.69	312.67	312.67	312.67
3	Cl6Vir-0-100MEX	889.55	313.83	312.99	312.79	312.74	312.71	312.71	312.71	312.67	312.67	312.67
4	cTGr6Vt-0-100MEX	889.55	327.40	317.43	315.07	313.97	313.57	313.57	313.57	313.41	313.22	313.08
5	cTGr6SG-0-100MEX	889.55	329.62	318.28	315.53	314.29	313.81	313.81	313.81	313.54	313.30	313.17
6	cTGr6Vir-0-100MEX	889.55	326.43	317.09	314.86	313.83	313.51	313.51	313.51	313.34	313.18	313.04
7	cTBr6Vt-0-100MEX	889.55	322.11	315.57	313.93	313.56	313.22	313.22	313.22	313.10	312.99	312.90
8	cTBr6SG-0-100MEX	889.55	322.73	315.79	314.06	313.42	313.25	313.25	313.25	313.14	313.01	312.93
9	cTBr6Vir-0-100MEX	889.55	319.93	314.84	313.54	313.21	313.07	313.07	313.07	313.00	312.90	312.81
10	cTVe6Vt-0-100MEX	889.55	314.76	313.19	312.91	312.79	312.76	312.76	312.76	312.74	312.70	312.67
11	cTVe6SG-0-100MEX	889.55	315.39	313.31	312.99	312.81	312.79	312.79	312.79	312.77	312.73	312.69
12	cTVe6Vir-0-100MEX	889.55	315.13	313.26	312.96	312.80	312.78	312.78	312.78	312.76	312.72	312.68
13	RfPI6Vt-0-100MEX	889.55	716.56	603.86	535.56	481.52	455.62	455.62	455.62	437.40	414.07	396.76
14	RfPI6SG-0-100MEX	889.55	716.56	603.86	535.56	481.52	455.62	455.62	455.62	437.40	414.07	396.76
15	RfPI6Vir-0-100MEX	889.55	752.75	641.69	575.59	526.22	498.65	498.65	498.65	475.75	446.35	425.30
16	RfIAzVt-0-100MEX	889.55	353.29	326.58	320.08	317.14	316.23	316.23	316.23	315.56	314.73	314.18
17	RfIAzSG-0-100MEX	889.55	445.68	366.99	340.76	330.88	327.34	327.34	327.34	325.01	322.18	320.07
18	RfIAzVir-0-100MEX	889.55	431.50	359.38	336.82	328.45	325.40	325.40	325.40	323.38	320.75	318.86
19	Vlam Cl6+pbv+Cl6 Vitro -0-100MEX	889.55	314.12	313.04	312.81	312.76	312.73	312.73	312.73	312.70	312.67	312.67
20	Vlam Cl6+pbv+Cl6 Saint Gobain -0-100MEX	889.55	313.75	312.98	312.79	312.73	312.70	312.70	312.70	312.67	312.67	312.67
21	Vlam Cl6+pbv+Cl6 Viracon -0-100MEX	889.55	314.12	313.04	312.81	312.76	312.73	312.73	312.73	312.70	312.67	312.67
22	VCl6+Ai+Cl6 Vitro -0-100MEX	889.55	314.47	313.12	312.86	312.78	312.75	312.75	312.75	312.72	312.68	312.67
23	VCl6+Ai+Cl6 Saint Gobain -0-100MEX	889.55	314.38	313.10	312.84	312.77	312.74	312.74	312.74	312.72	312.67	312.67
24	VCl6+Ai+Cl6 Viracon -0-100MEX	889.55	314.66	313.17	312.89	312.79	312.76	312.76	312.76	312.73	312.69	312.67
25	cTGr6+Ai+Cl6Vt-0-100MEX	889.55	333.94	320.07	316.39	314.88	314.31	314.31	314.31	313.91	313.51	313.30
26	cTGr6+Ai+Cl6SG-0-100MEX	889.55	335.71	320.80	316.71	315.13	314.51	314.51	314.51	314.08	313.57	313.38
27	cTGr6+Ai+Cl6Vir-0-100MEX	889.55	332.36	319.40	316.08	314.66	314.12	314.12	314.12	313.74	313.44	313.26
28	cTBr6+Ai+Cl6Vt-0-100MEX	889.55	325.60	316.80	314.67	313.68	313.45	313.45	313.45	313.29	313.14	313.02
29	cTBr6+Ai+Cl6SG-0-100MEX	889.55	326.48	317.10	314.86	313.83	313.51	313.51	313.51	313.34	313.18	313.04
30	cTBr6+Ai+Cl6Vir-0-100MEX	889.55	323.39	316.02	314.19	313.47	313.28	313.28	313.28	313.18	313.03	312.95
31	cTVe6+Ai+Cl6Vt-0-100MEX	889.55	315.84	313.43	313.03	312.87	312.80	312.80	312.80	312.78	312.75	312.72
32	cTVe6+Ai+Cl6SG-0-100MEX	889.55	316.54	313.58	313.13	312.94	312.85	312.85	312.85	312.80	312.77	312.74
33	cTVe6+Ai+Cl6Vir-0-100MEX	889.55	316.36	313.55	313.10	312.92	312.83	312.83	312.83	312.80	312.77	312.74
34	VRfPlata6mm+Aire+Cl6 Vitro -0-100MEX	889.55	754.79	644.89	578.78	528.58	500.59	500.59	500.59	477.23	447.37	426.22
35	VRfPlata6mm+Aire+Cl6 Saint Gobain -0-100MEX	889.55	754.79	644.89	578.78	528.58	500.59	500.59	500.59	477.23	447.37	426.22
36	VRfPlata6mm+Aire+Cl6 Viracon -0-100MEX	889.55	754.79	644.89	578.78	528.58	500.59	500.59	500.59	477.23	447.37	426.22
37	VRfIAzul6mm+Aire+Cl6 Vitro -0-100MEX	889.55	369.03	331.49	323.07	319.03	317.57	317.57	317.57	316.73	315.71	314.98
38	VRfIAzul6mm+Aire+Cl6 Saint Gobain -0-100MEX	889.55	463.26	376.39	346.02	333.94	329.80	329.80	329.80	327.03	323.81	321.53
39	VRfIAzul6mm+Aire+Cl6 Viracon -0-100MEX	889.55	463.26	376.39	346.02	333.94	329.80	329.80	329.80	327.03	323.81	321.53
40	cl6LET40-Ai-cl6-10-0-MEX	889.55	337.07	321.35	316.96	315.31	314.65	314.65	314.65	314.27	313.69	313.45
41	cl6LET40-Ar-cl6-10-0-MEX	889.55	337.07	321.35	316.96	315.31	314.65	314.65	314.65	314.20	313.63	313.43
42	cl6LET85-Ai-cl6-10-0-MEX	889.55	314.92	313.22	312.93	312.79	312.77	312.77	312.77	312.75	312.70	312.67
43	cl6LET85-Ar-cl6-10-0-MEX	889.55	314.92	313.22	312.93	312.79	312.77	312.77	312.77	312.75	312.70	312.67
44	cl6LEHST70-Ai-cl6-10-0-MEX	889.55	315.67	313.39	313.02	312.85	312.80	312.80	312.80	312.78	312.74	312.71
45	cl6LEHST70-Ar-cl6-10-0-MEX	889.55	315.67	313.39	313.02	312.85	312.80	312.80	312.80	312.78	312.74	312.71
46	VcTGr6LET40-Ai-cl6-10-0-MEX	889.55	476.86	383.49	350.50	336.47	331.78	331.78	331.78	328.71	325.09	322.66
47	VcTGr6LET85-Ai-cl6-10-0-MEX	889.55	333.94	320.07	316.39	314.88	314.31	314.31	314.31	313.91	313.51	313.30
48	VcTGr6LEHST70-Ai-cl6-10-0-MEX	889.55	340.73	322.70	317.62	315.78	315.04	315.04	315.04	314.54	313.93	313.55
49	VcTBr6LET40-Ai-cl6-10-0-MEX	889.55	422.38	354.24	334.34	326.85	324.14	324.14	324.14	322.24	319.75	318.09
50	VcTBr6LET85-Ai-cl6-10-0-MEX	889.55	326.03	316.95	314.75	313.75	313.48	313.48	313.48	313.31	313.16	313.03
51	VcTBr6LEHST70-Ai-cl6-10-0-MEX	889.55	329.19	318.09	315.43	314.22	313.74	313.74	313.74	313.52	313.29	313.16
52	VcTVe6LE40-Ai-cl6-10-0-MEX	889.55	350.48	325.45	319.51	316.85	315.96	315.96	315.96	315.33	314.56	314.04
53	VcTVe6LE85-Ai-cl6-10-0-MEX	889.55	316.50	313.58	313.13	312.94	312.84	312.84	312.84	312.80	312.77	312.74
54	VcTVe6LEHST70-Ai-cl6-10-0-MEX	889.55	317.59	314.04	313.27	313.02	312.94	312.94	312.94	312.87	312.80	312.77
55	Cl6RfILET138-Aire-Cl6-0-100MEX	896.50	344.43	328.46	323.98	322.31	321.64	321.64	321.64	321.19	320.62	320.40
56	Cl6RfILET146-Aire-Cl6-0-100MEX	896.50	334.50	324.42	322.02	320.93	320.52	320.52	320.52	320.36	320.17	320.03
57	Cl6RfILET159-Aire-Cl6-0-100MEX	896.50	327.55	322.01	320.55	320.20	320.07	320.07	320.07	319.97	319.88	319.78

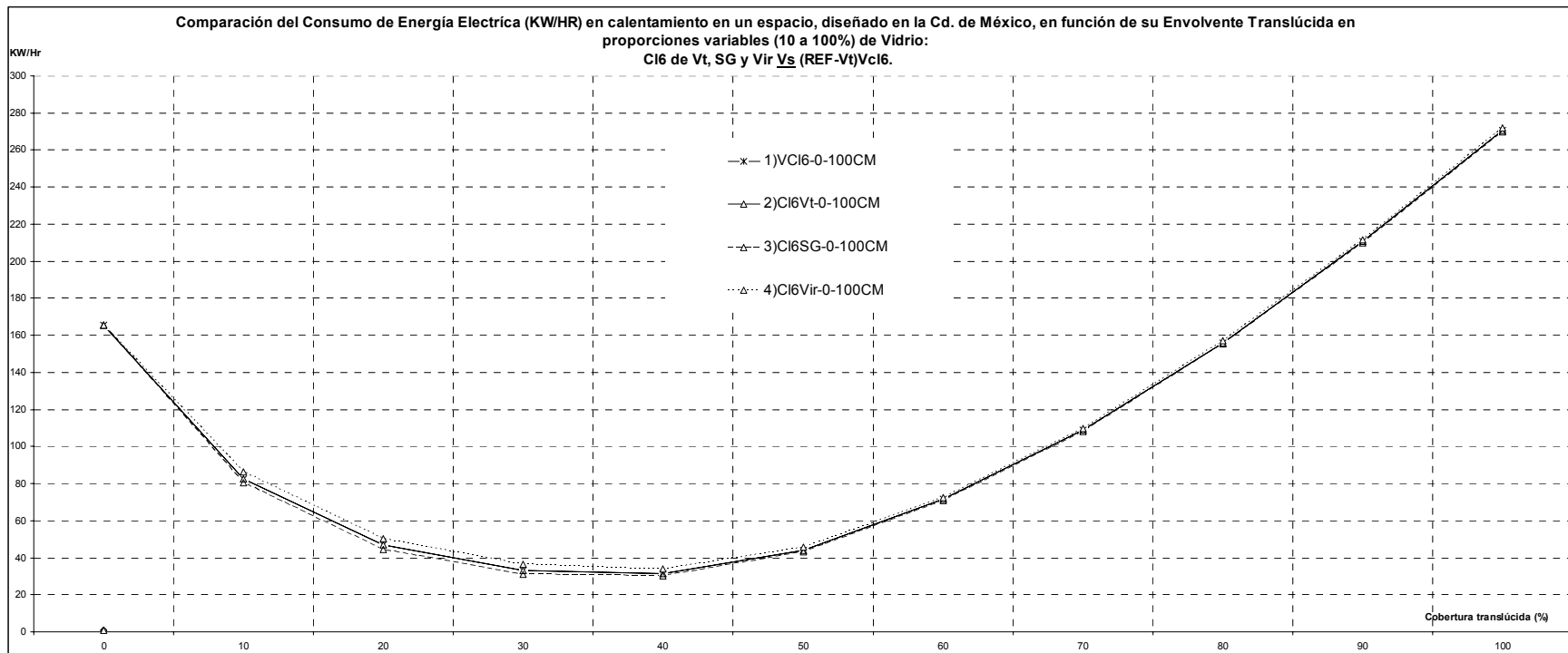
GASTO ENERGETICO (KW/hr) POR ILUMINACION EN LA CD. DE MEXICALI

ANEXO C

COMPARACIÓN INTRA GRUPO EN EL GASTO DE ENERGIA POR ENFRIAMIENTO
CALENTAMIENTO E ILUMINACIÓN SIMULADOS EN LAS UBICACIONES
GEOGRAFICAS DE LAS CIUDADES DE MÉXICO ACAPULCO Y MEXICALI.

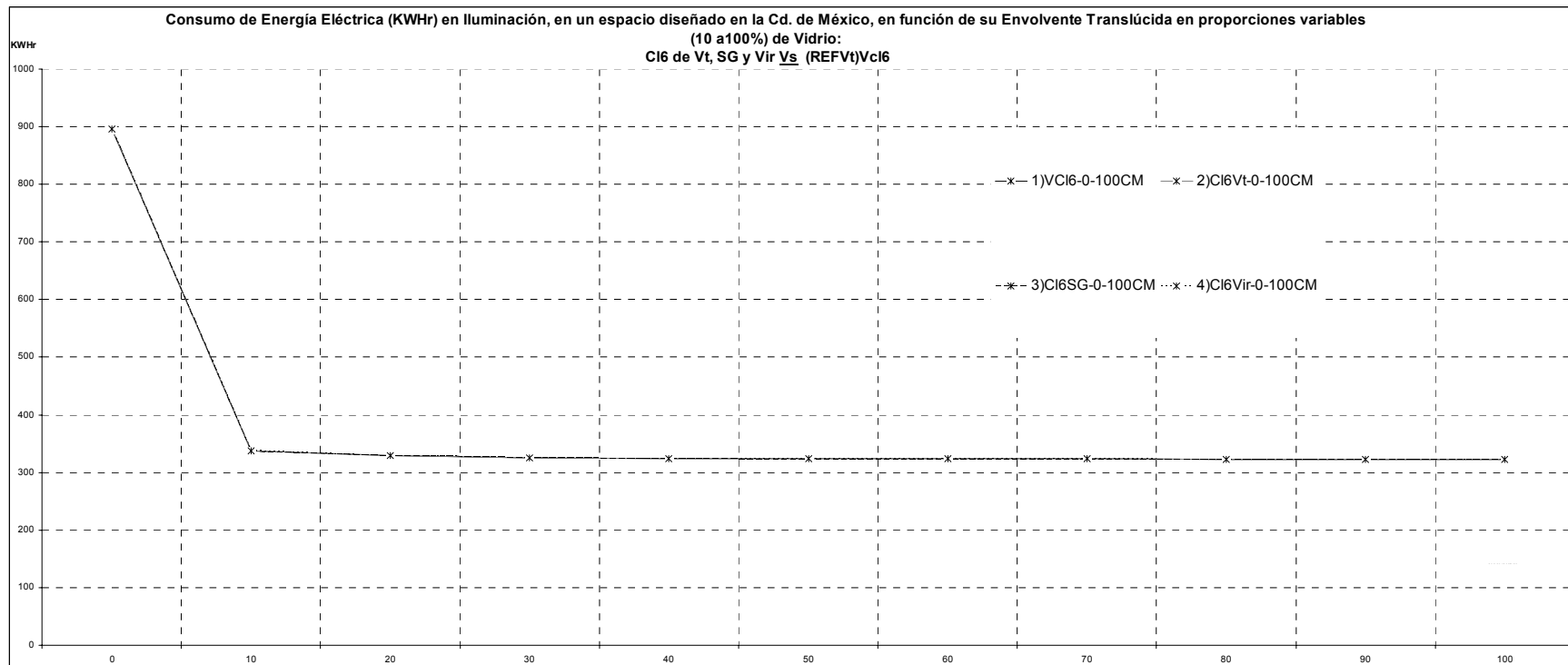


Comparación del gasto energético por Enfriamiento en Vidrio Claro Monolítico Vs Vidrio Claro 6mm.

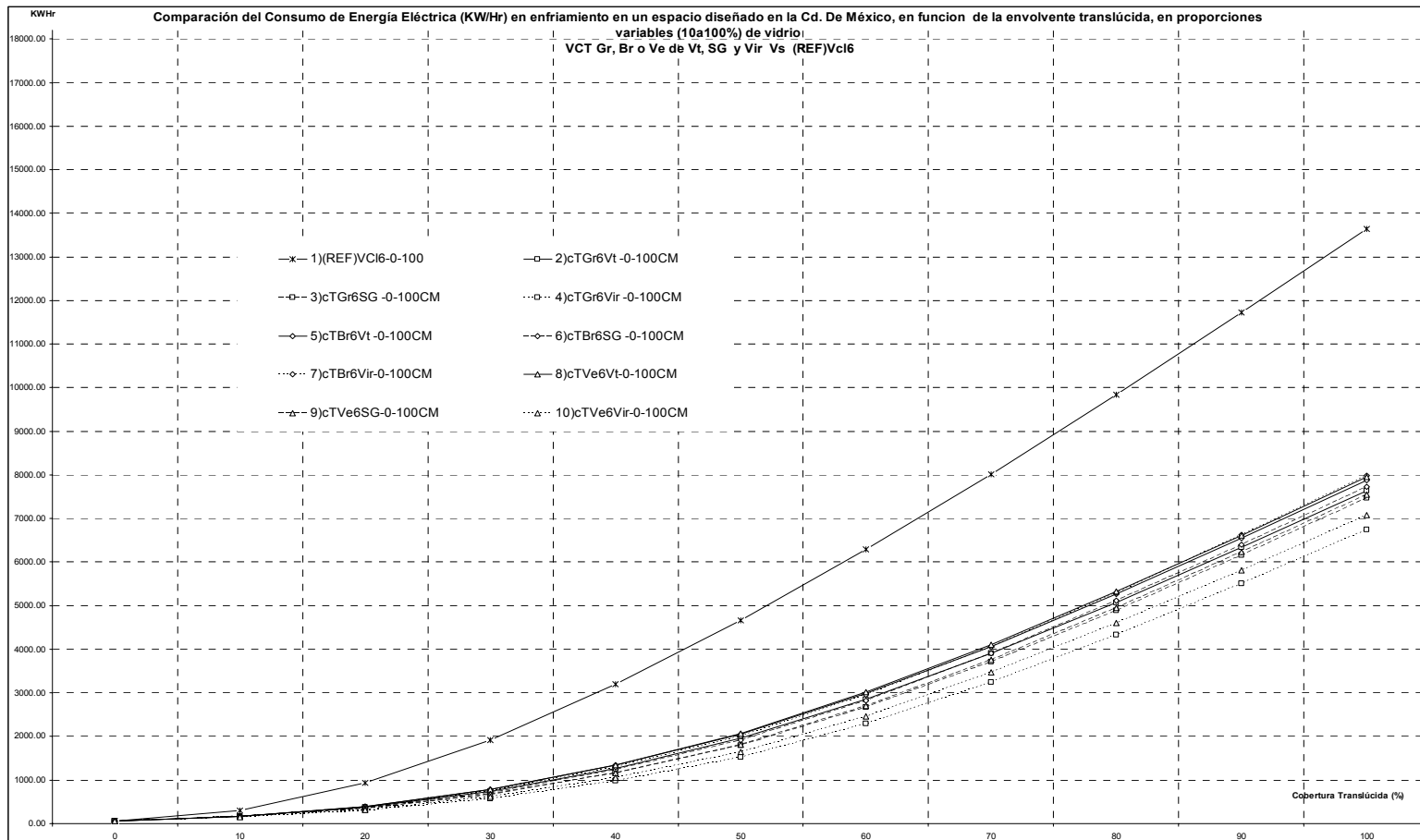


Comparación del gasto energético por Calentamiento en Vidrio Claro Monolítico Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C

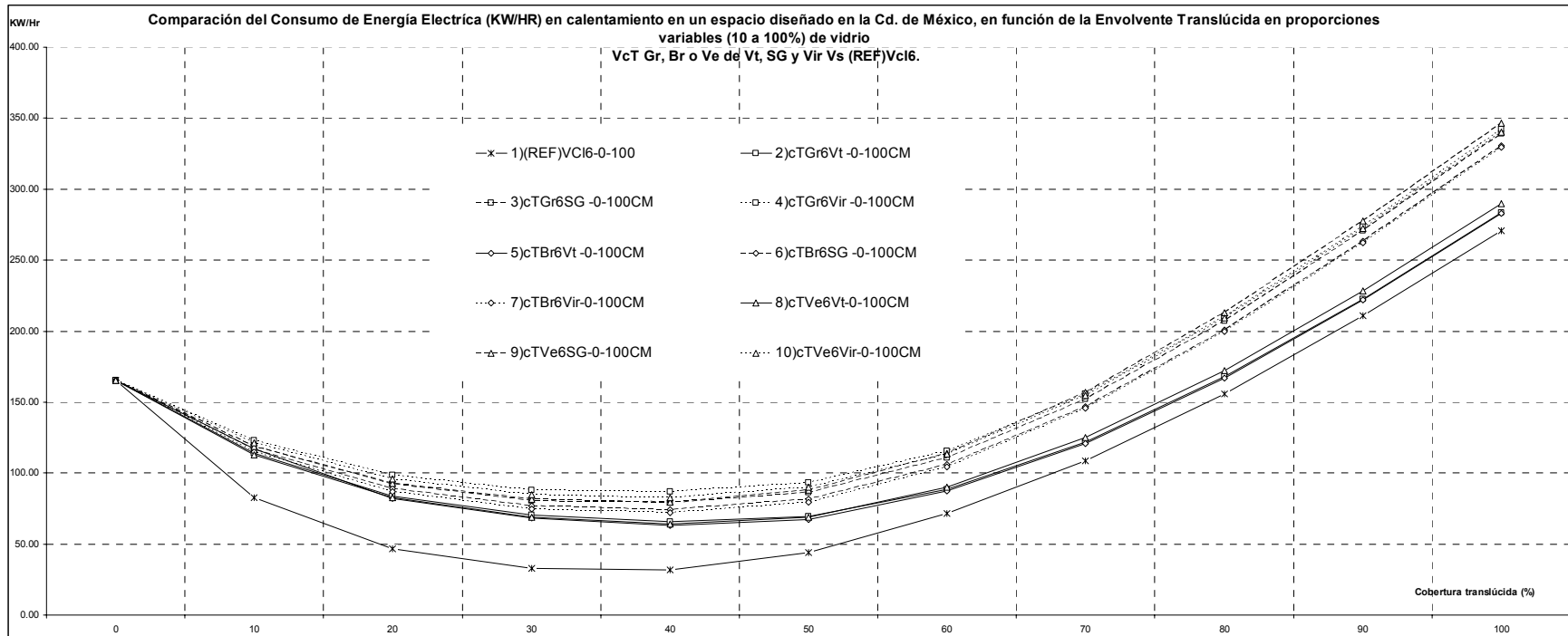


Comparación del gasto energético por Iluminación en Vidrio Claro Monolítico Vs Vidrio Claro 6mm.

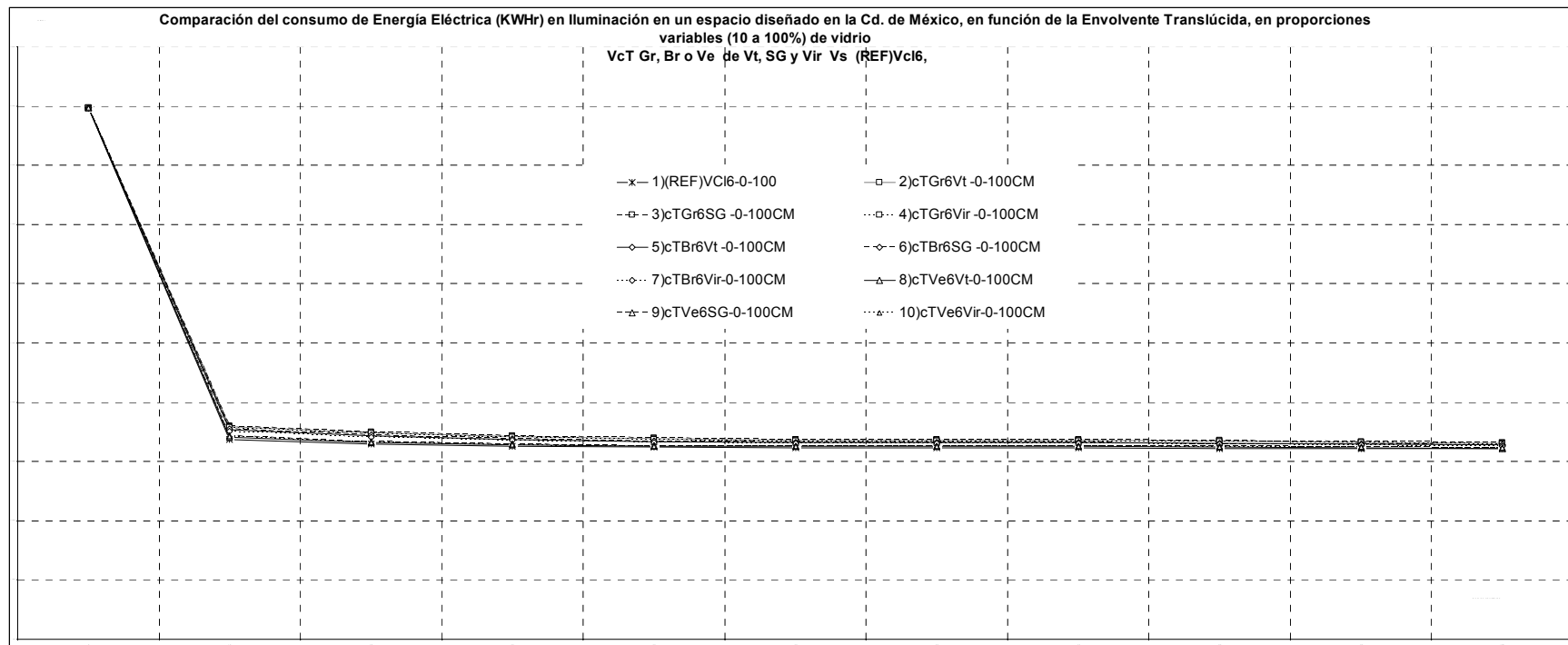


Comparación del gasto energético por Enfriamiento en Vidrio Con tinte Monolítico Vs Vidrio Claro 6mm.

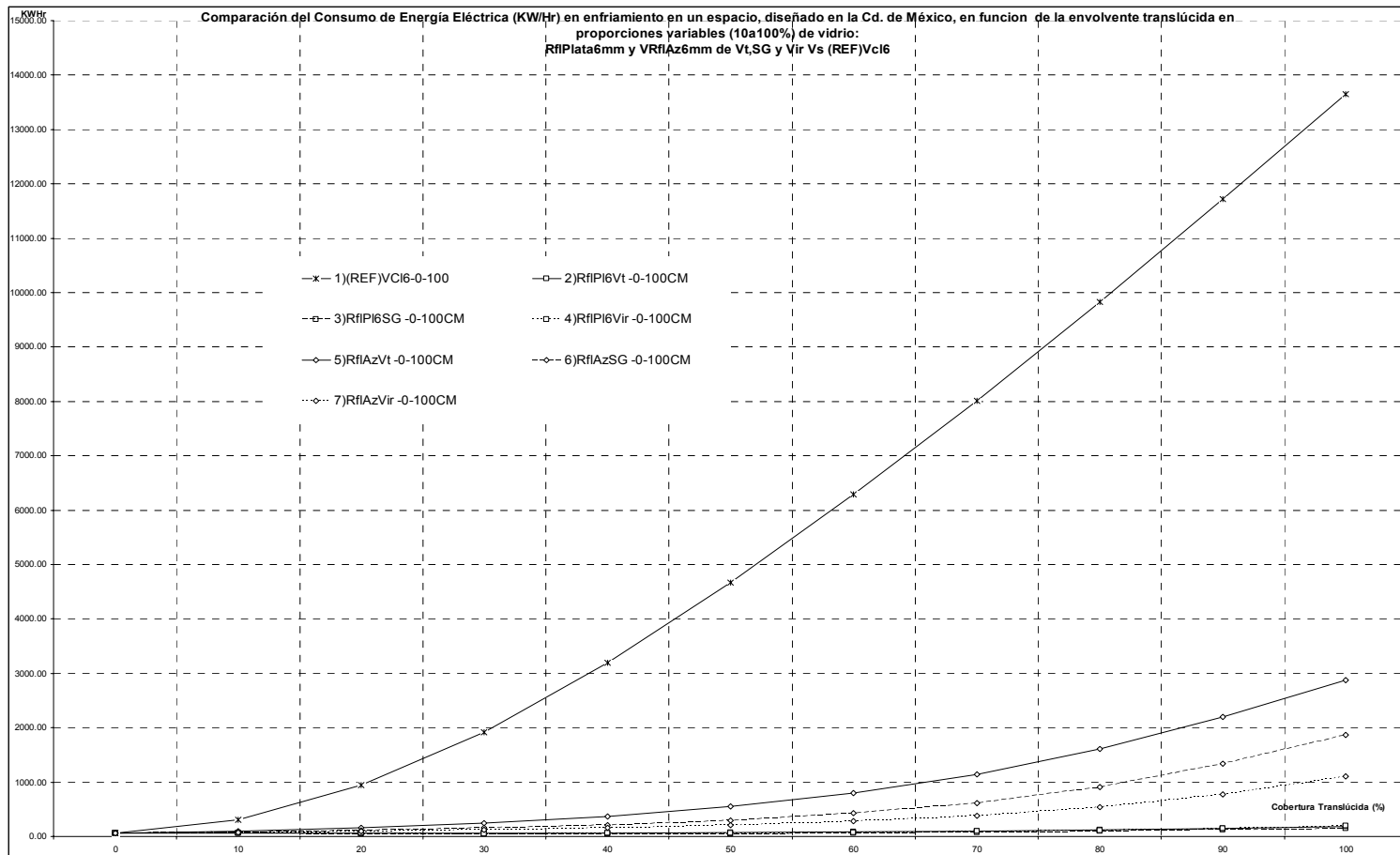
ANEXO C



Comparación del gasto energético por Calentamiento en Vidrio Con Tinte Monolítico Vs Vidrio Claro 6mm.

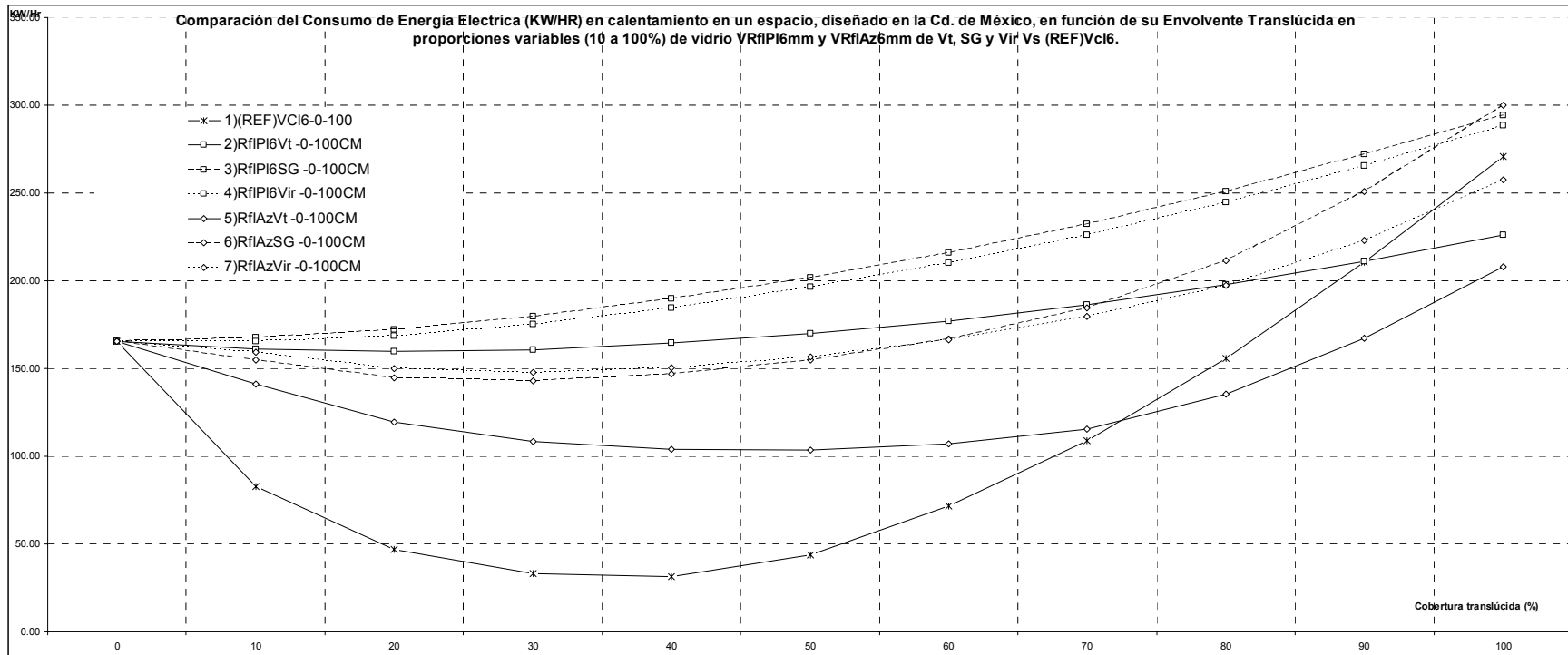


Comparación del gasto energético por Iluminación en Vidrio Con Tinte Monolítico Vs Vidrio Claro 6mm.



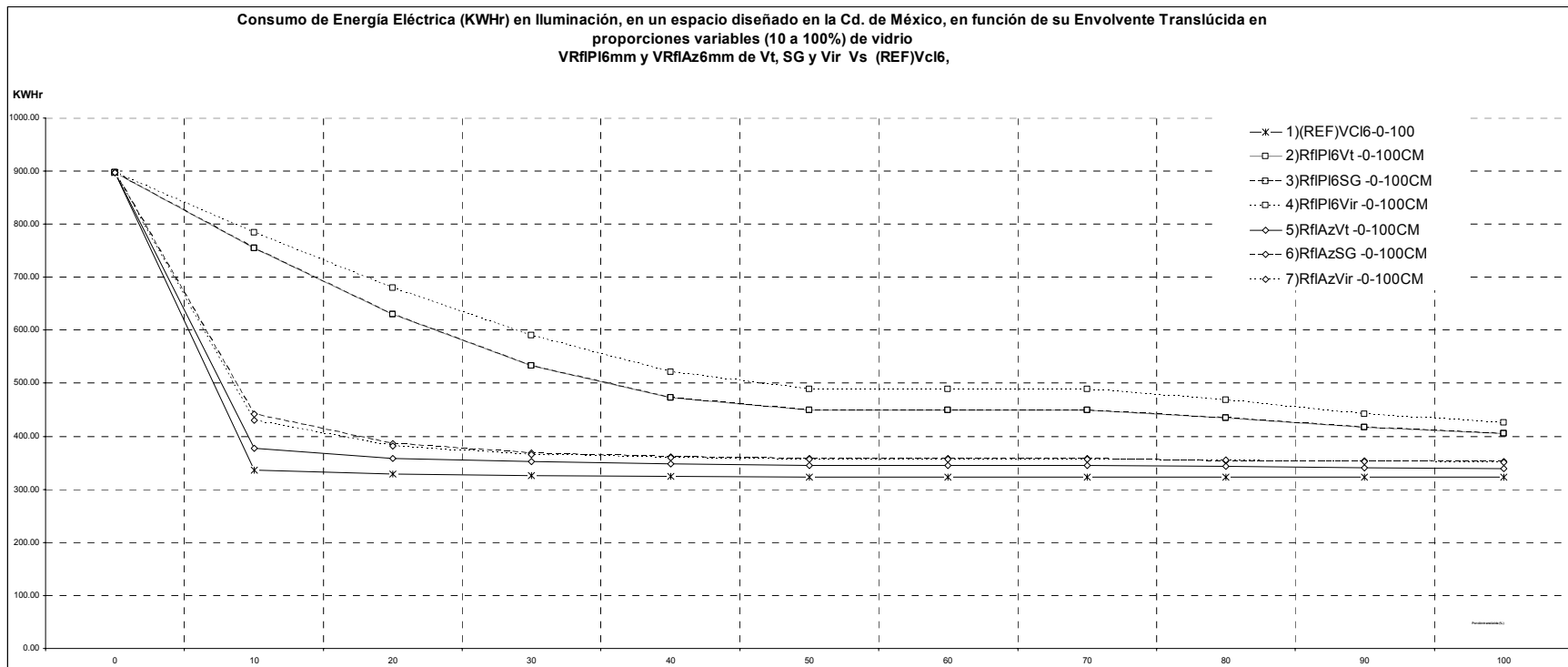
Comparación del gasto energético por Enfriamiento en Vidrio Reflejante Monolítico Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C

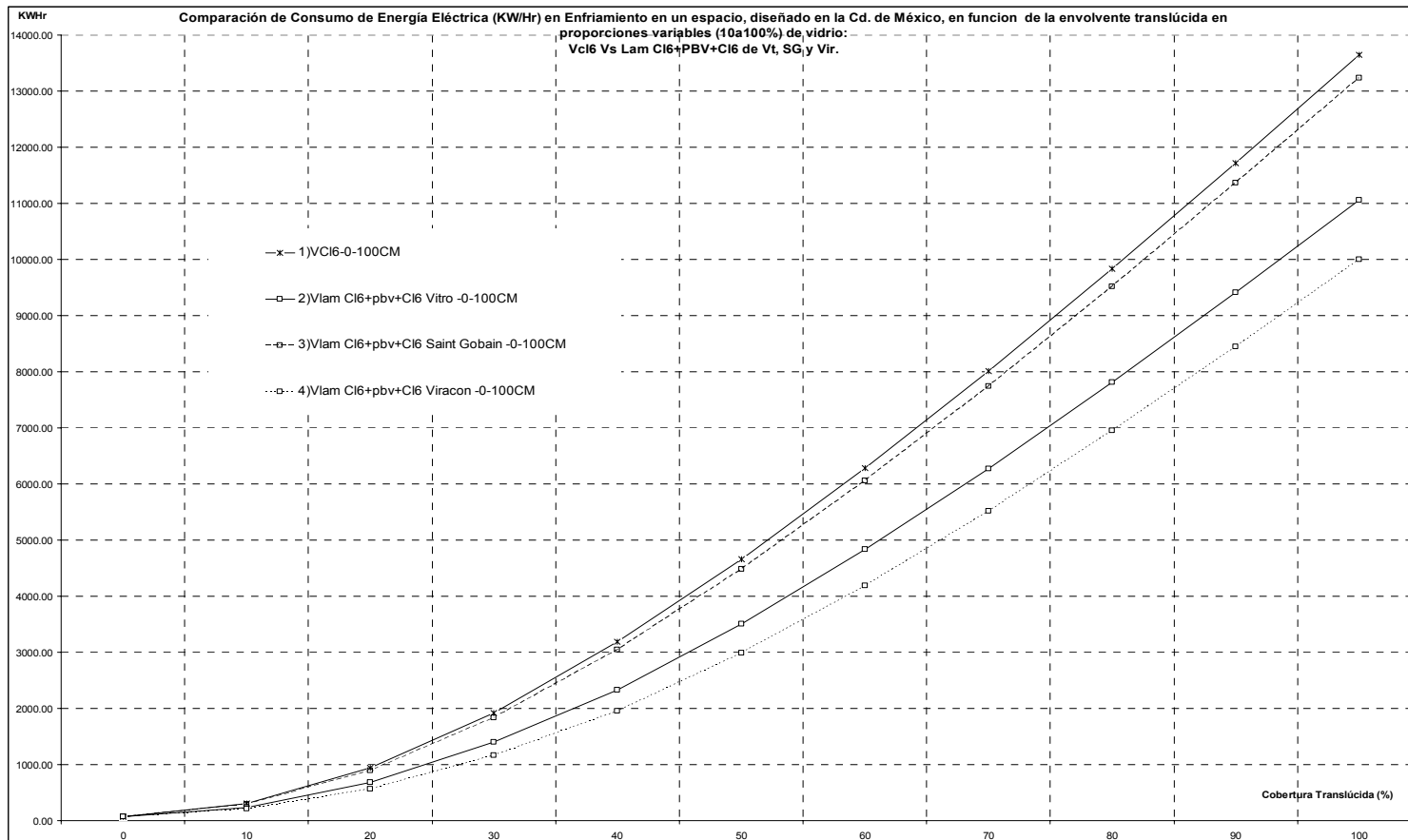


Comparación del gasto energético por Calentamiento en Vidrio Reflejante Monolítico Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C

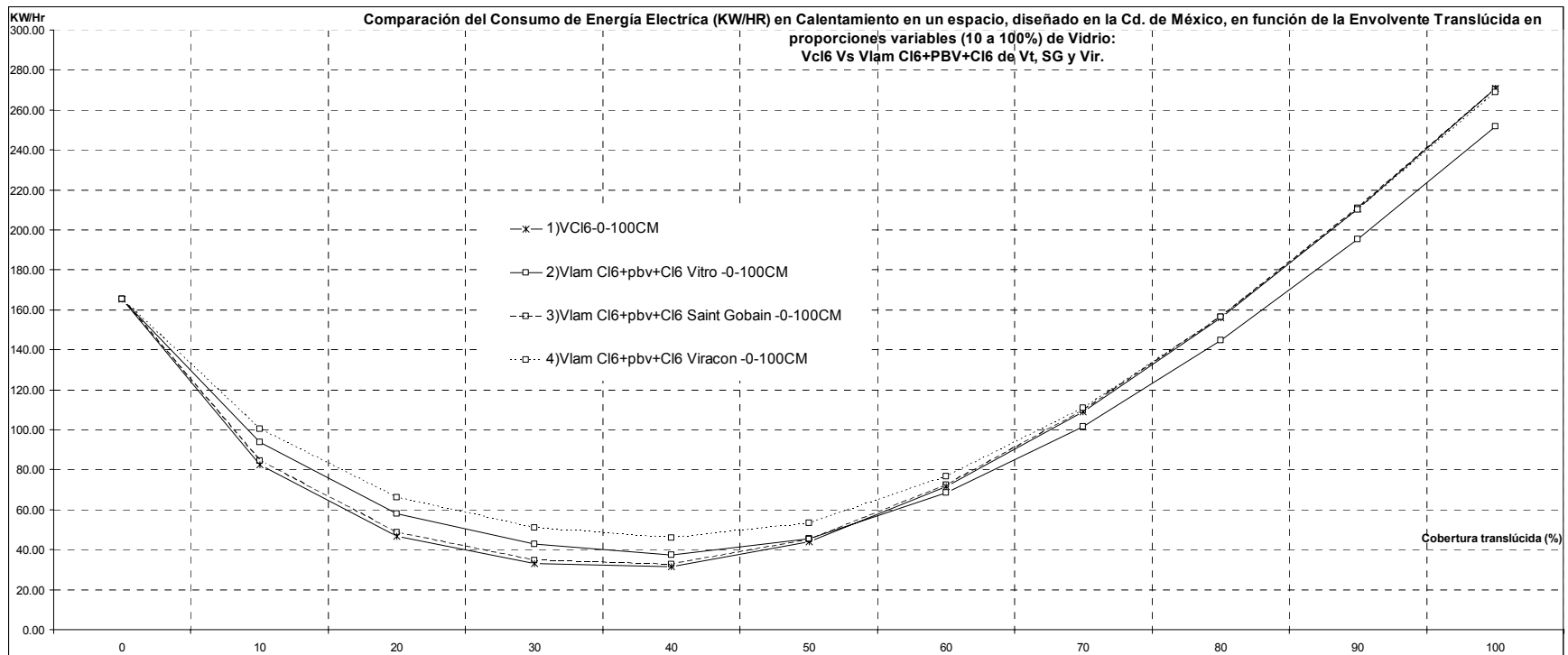


Comparación del gasto energético por Iluminación en Vidrio Reflejante Monolítico Vs Vidrio Claro 6mm.

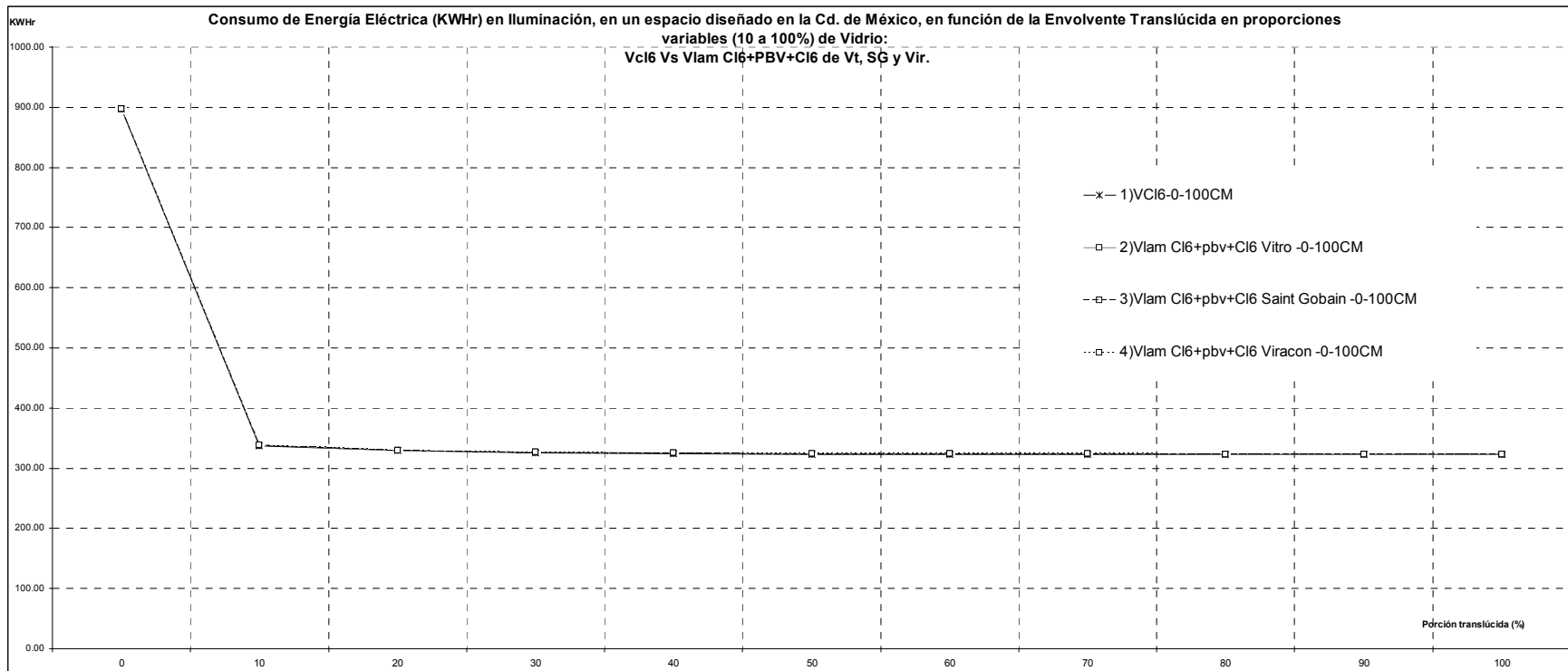


Comparación del gasto energético por Enfriamiento en Vidrio Doble: Laminado Vs Vidrio Claro 6mm.

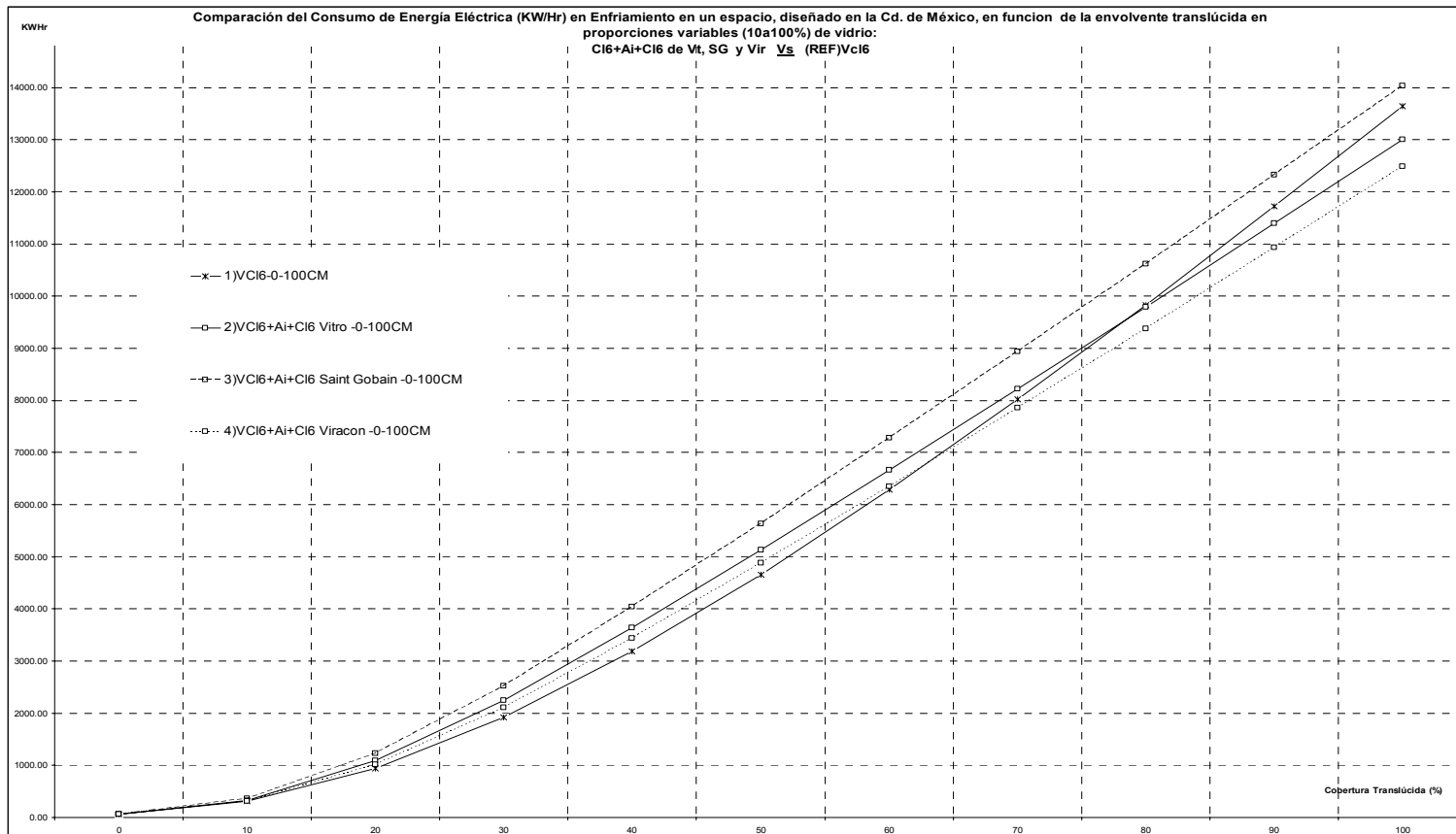
ANEXO C



Comparación del gasto energético por Calentamiento en Vidrio Doble: Laminado Vs Vidrio Claro 6mm.

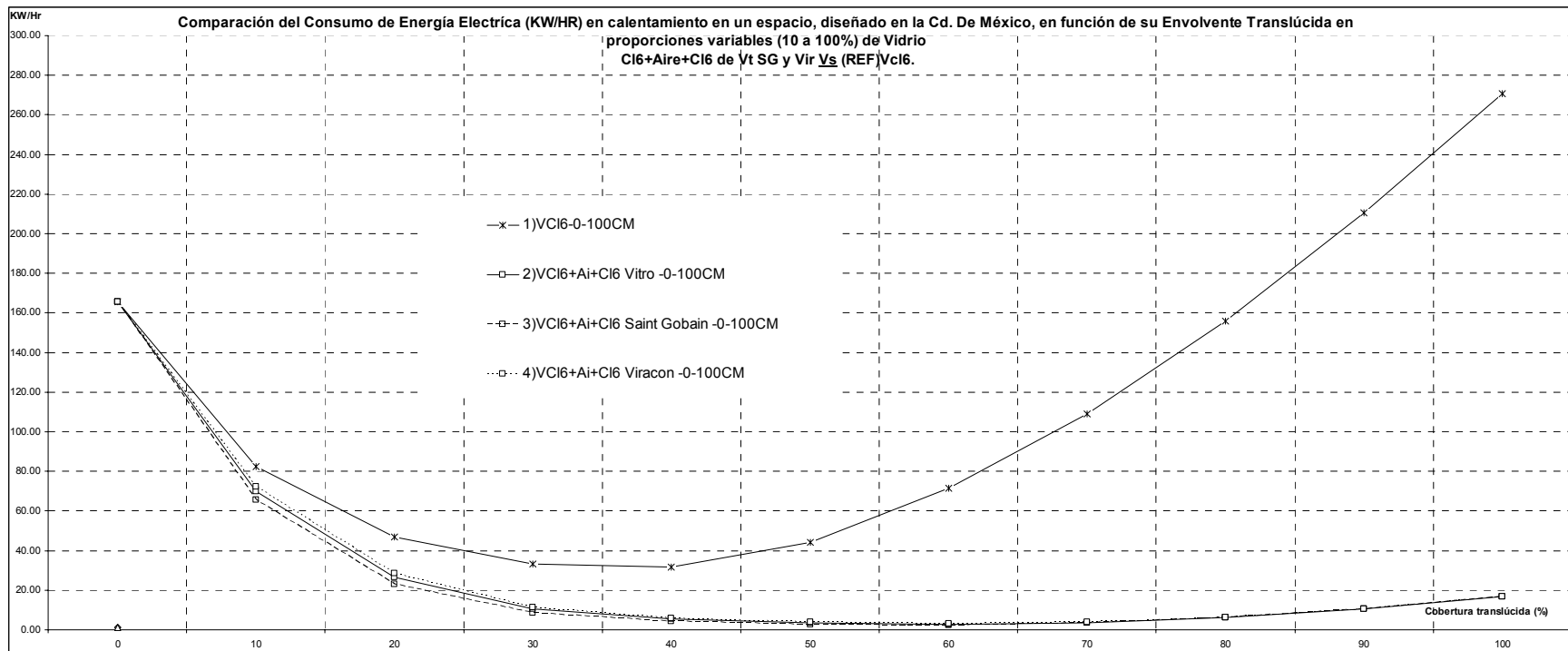


Comparación del gasto energético por Iluminación en Vidrio Doble: Laminado Vs Vidrio Claro 6mm.



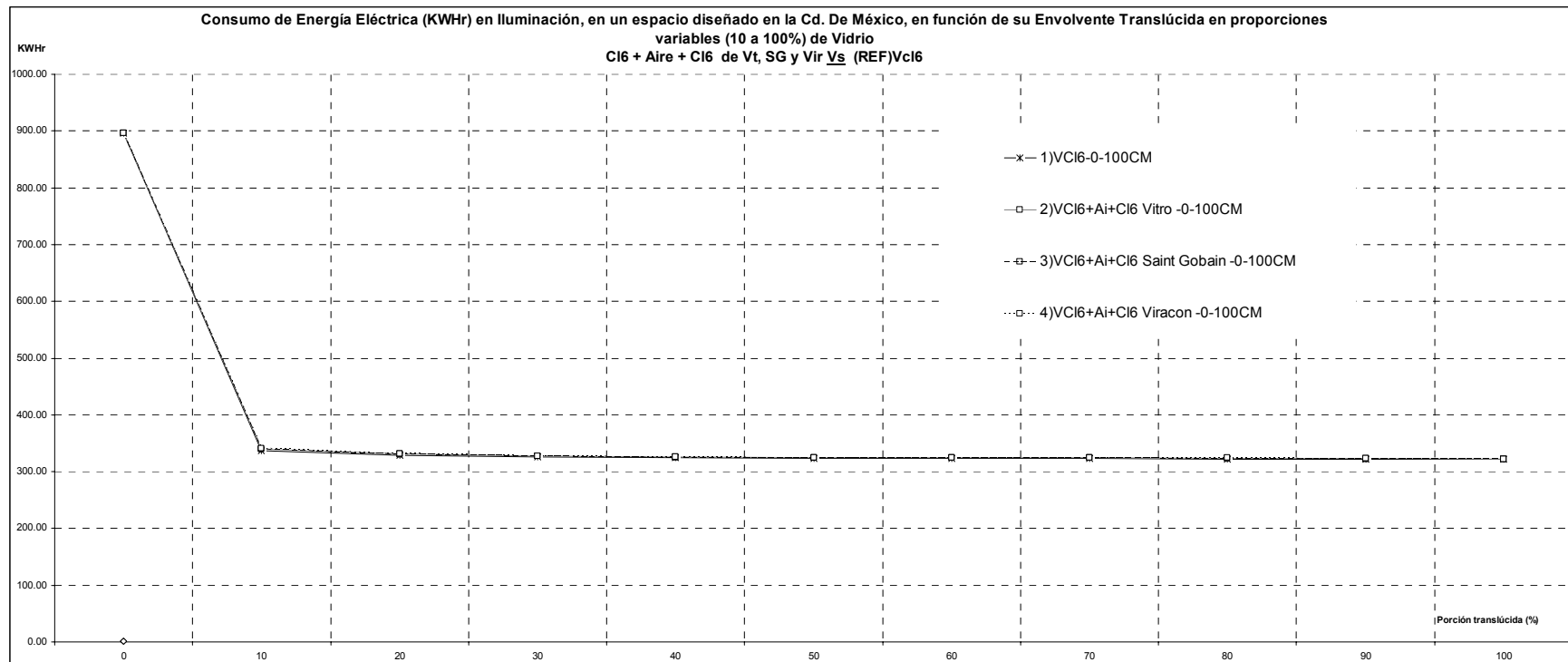
Comparación del gasto energético por Enfriamiento en Vidrio Doble: Claro Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C

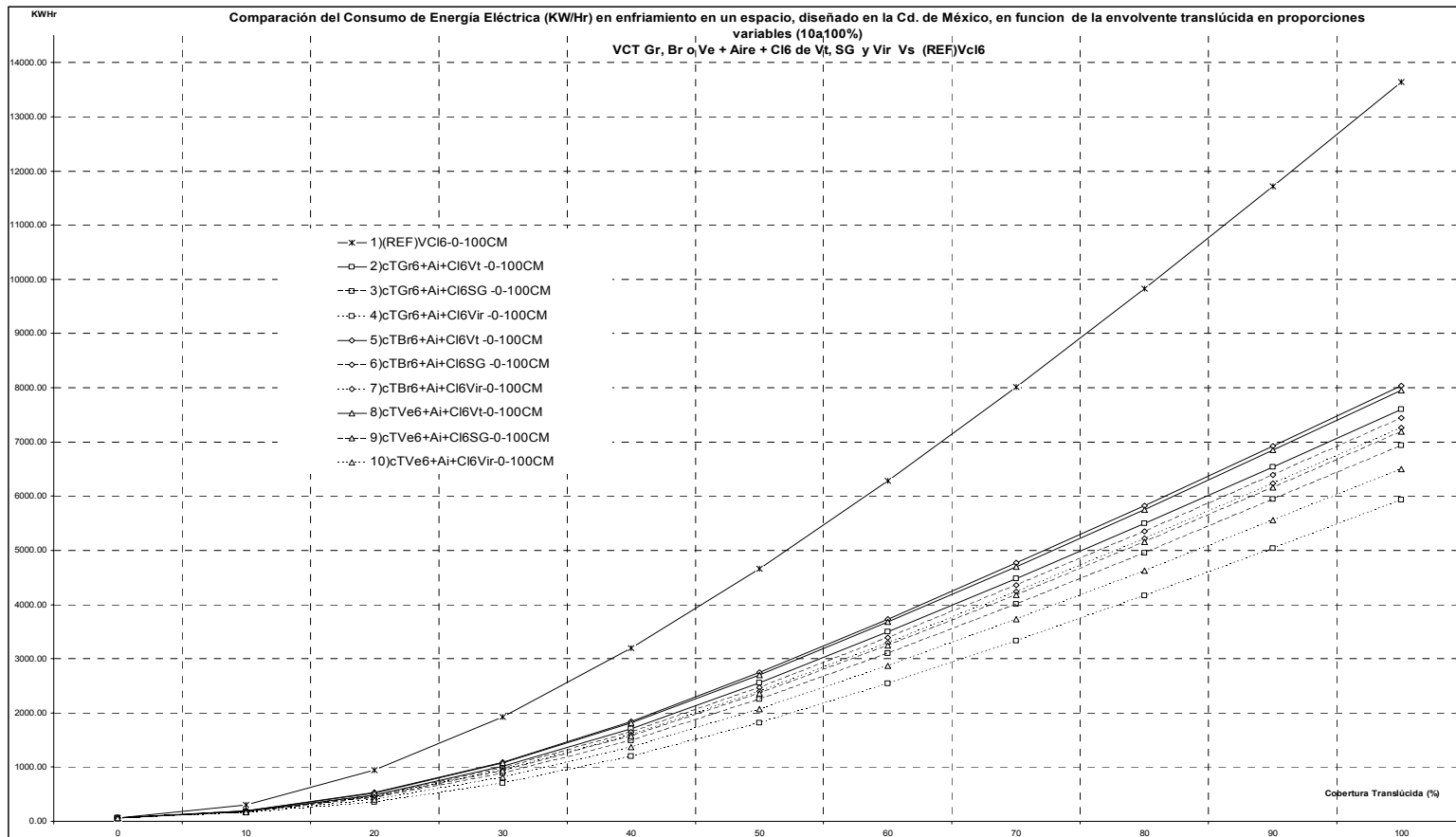


Comparación del gasto energético por Calentamiento en Vidrio Doble: Claro Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C

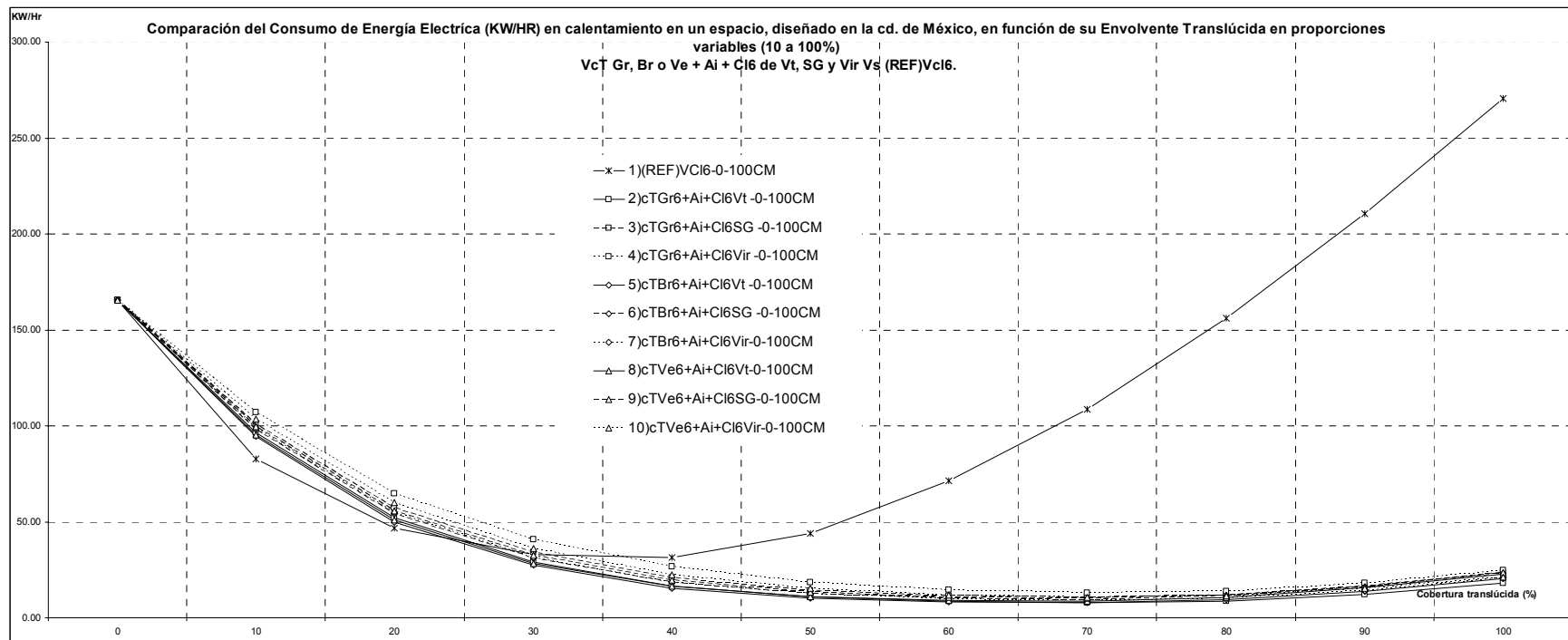


Comparación del gasto energético por Iluminación en Vidrio Doble: Claro Vs Vidrio Claro 6mm.

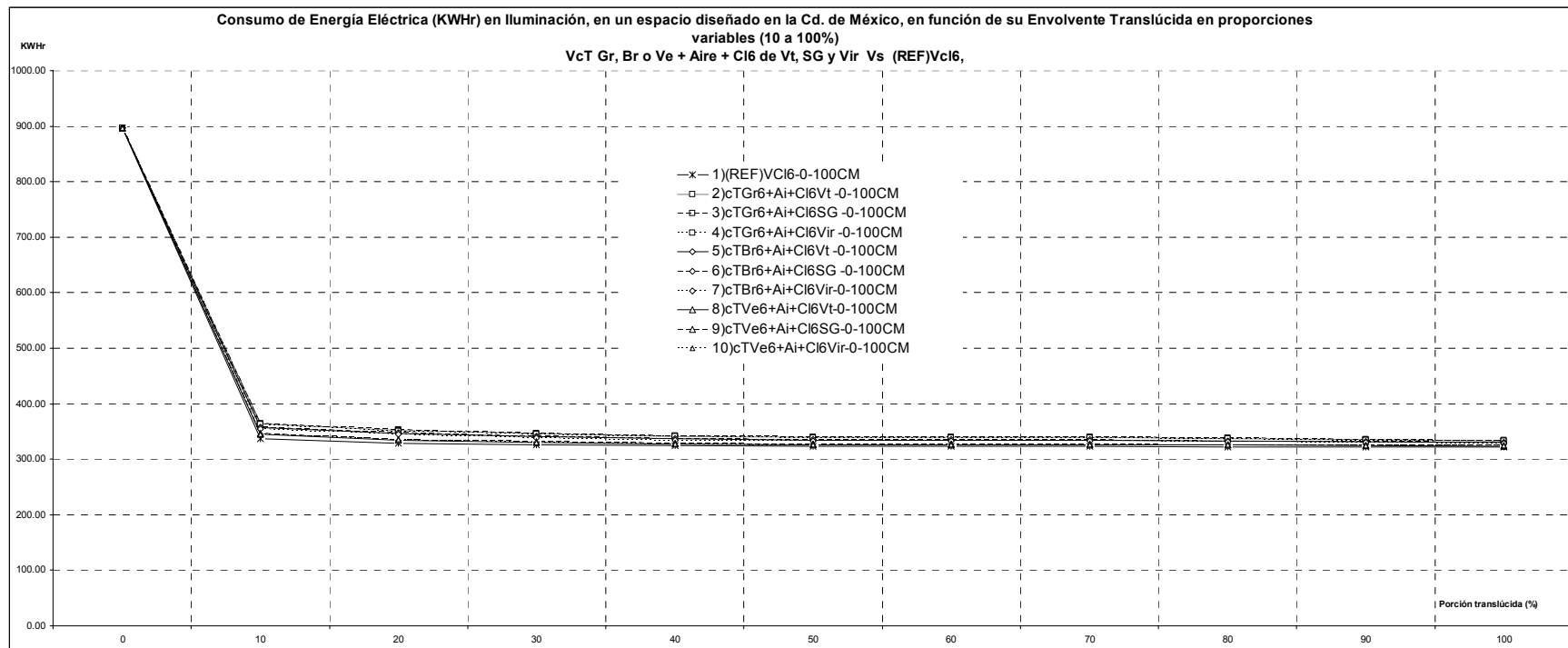


Comparación del gasto energético por Enfriamiento en Vidrio Doble: Con Tinte + Claro Vs Vidrio Claro 6mm.

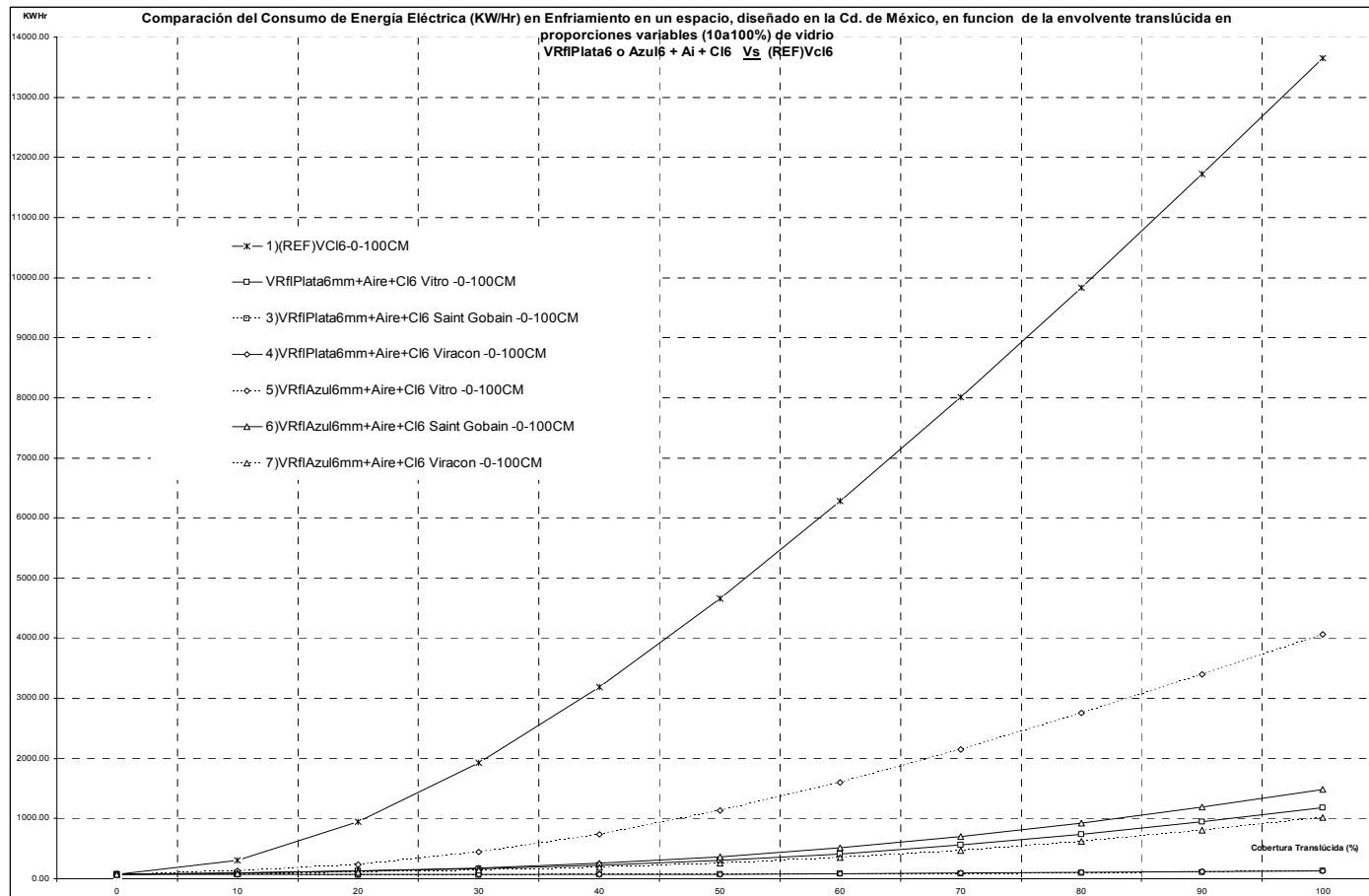
ANEXO C



Comparación del gasto energético por Calentamiento en Vidrio Doble: Con Tinte + Claro Vs Vidrio Claro 6mm.

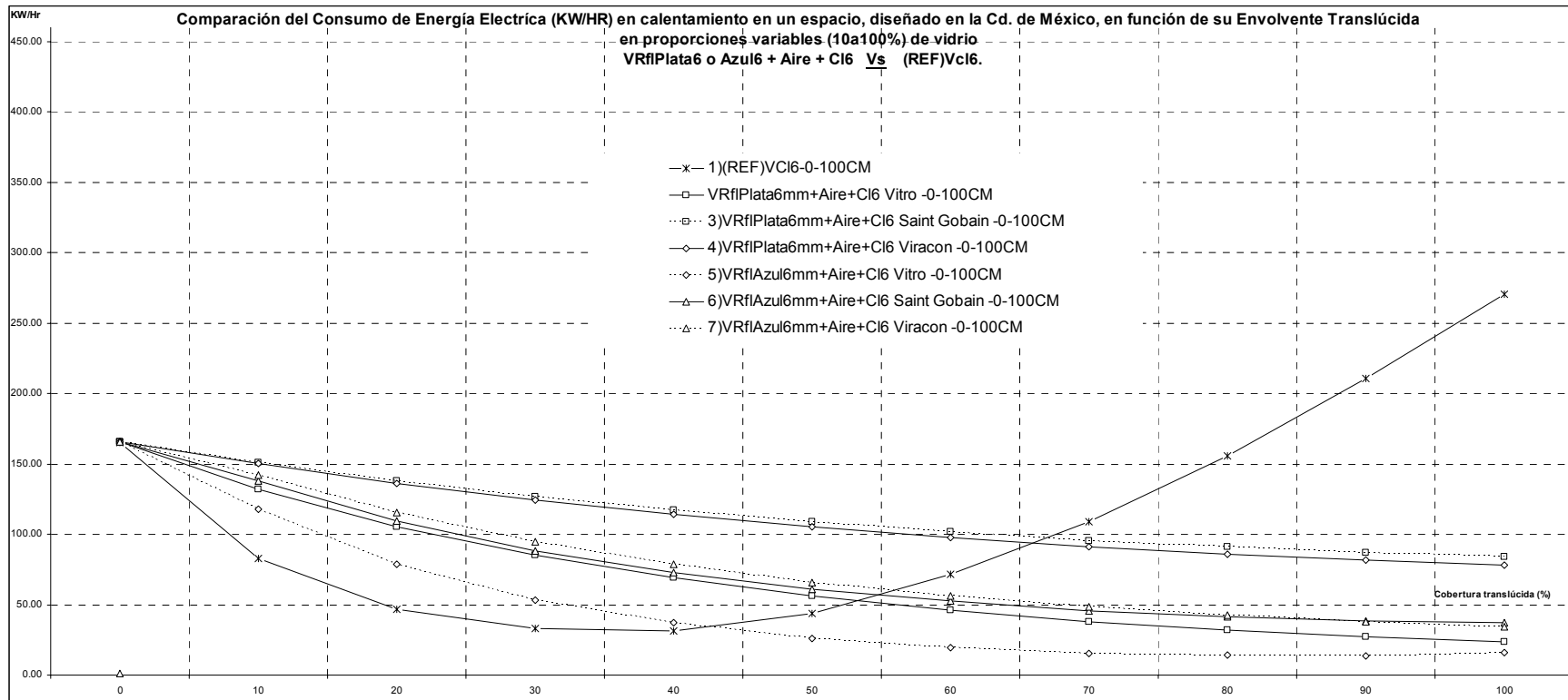


Comparación del gasto energético por Iluminación en Vidrio Doble: Con tinte + Claro Vs Vidrio Claro 6mm.T



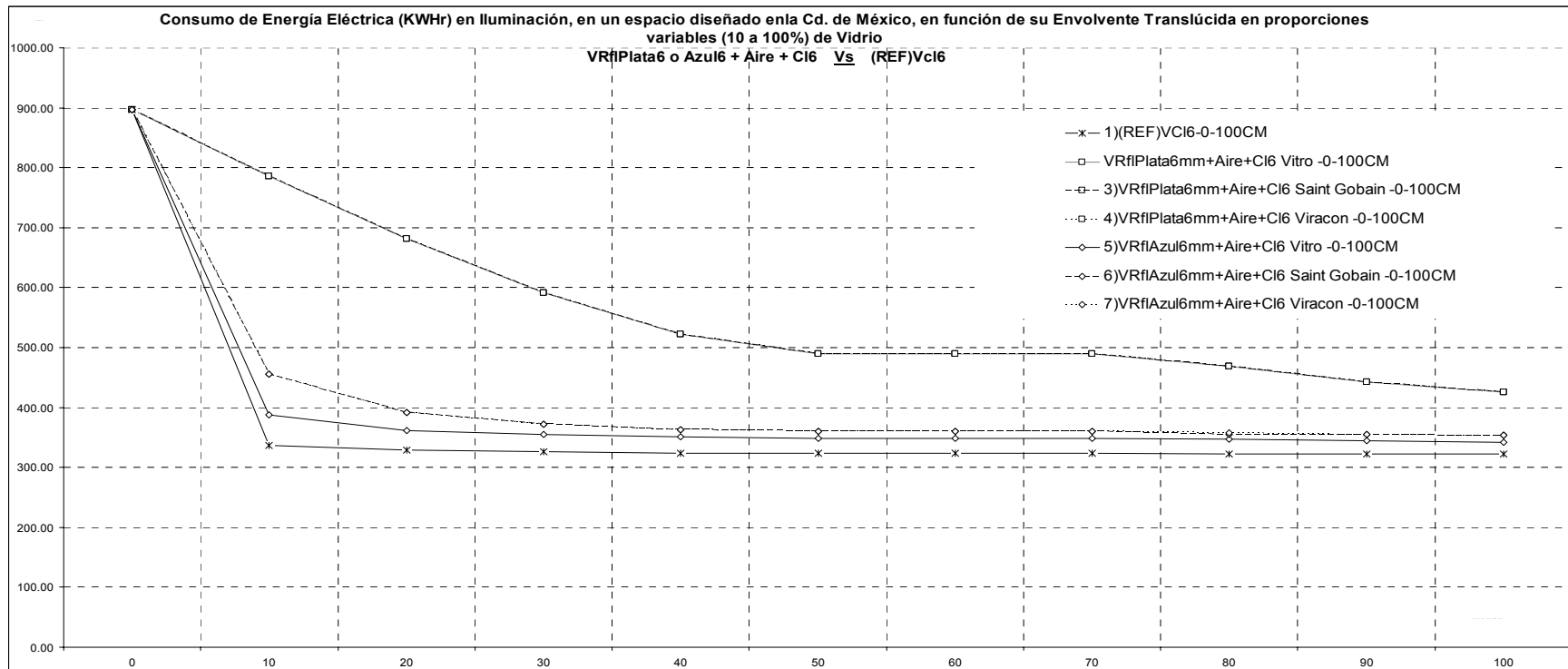
Comparación del gasto energético por Enfriamiento en Vidrio Doble: Reflejante + Claro Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C

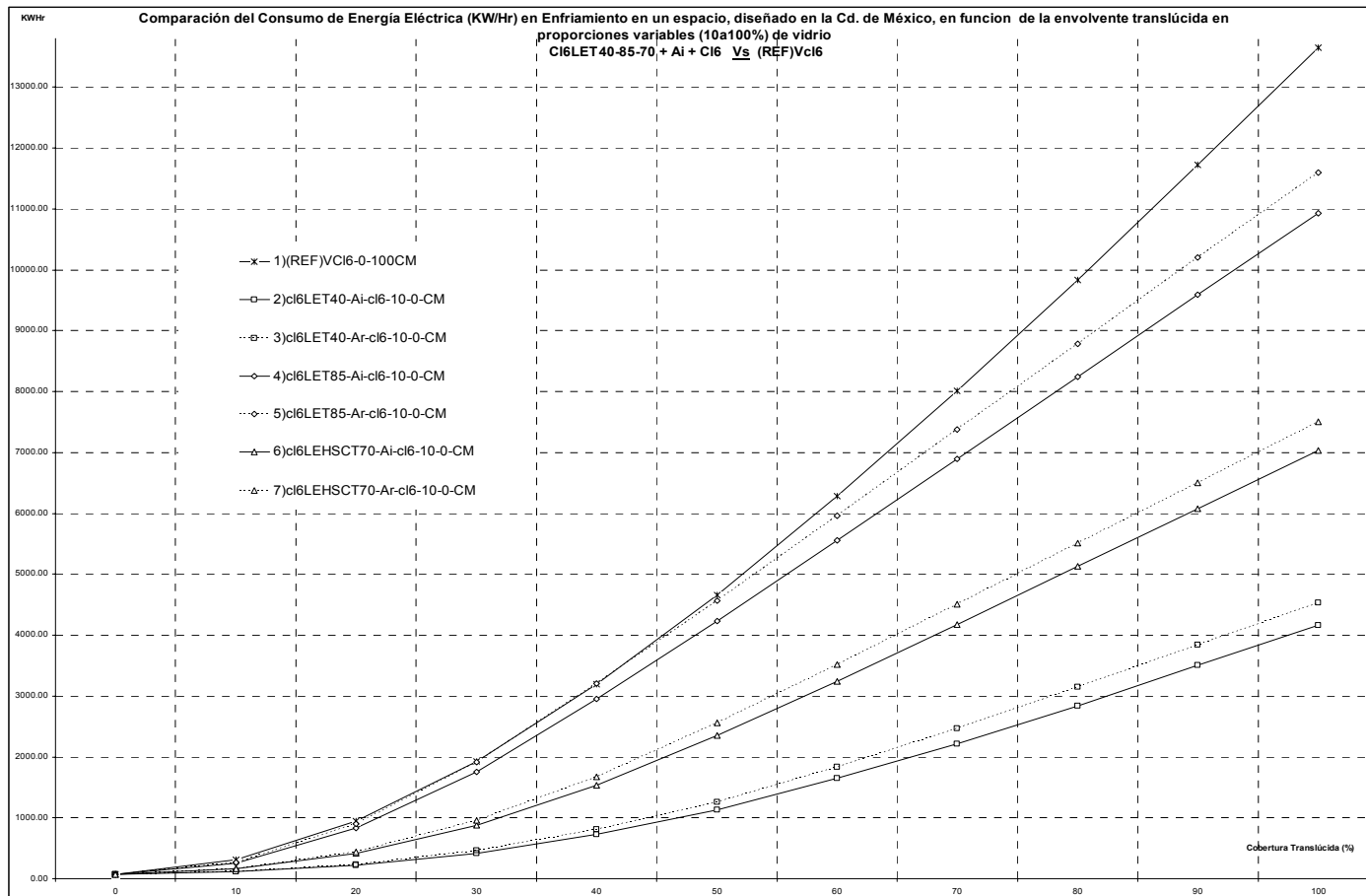


Comparación del gasto energético por Calentamiento en Vidrio Doble: Reflejante + Claro Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C

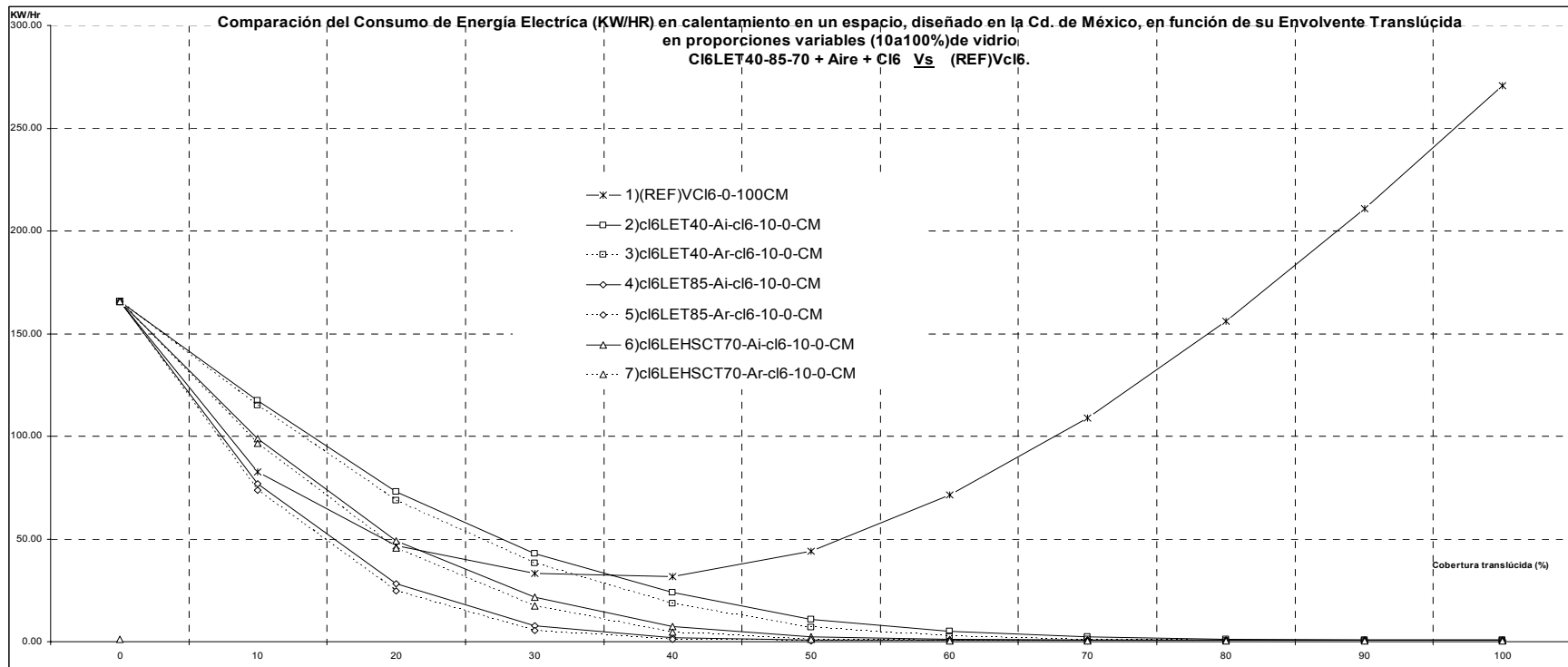


Comparación del gasto energético por Iluminación en Vidrio Doble: Reflejante + Claro Vs Vidrio Claro 6mm.



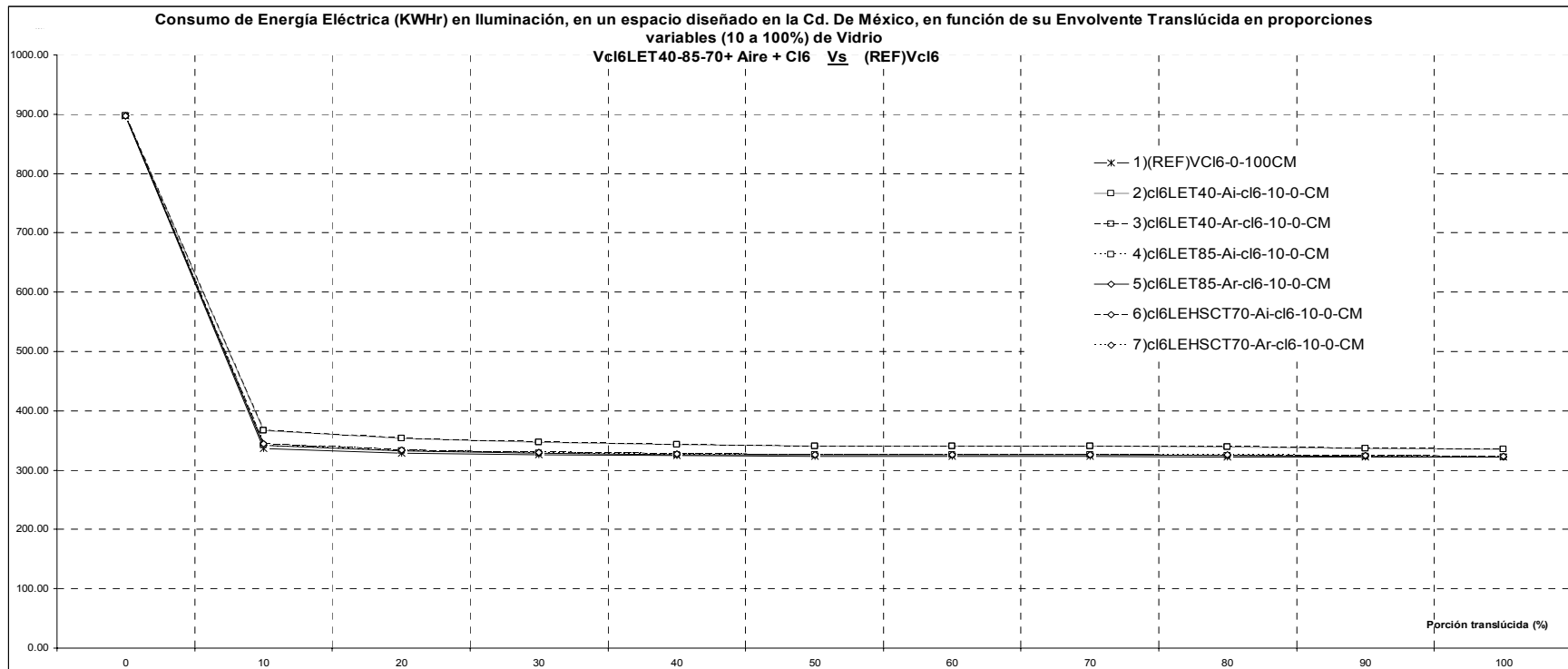
Comparación del gasto energético por Enfriamiento en Vidrio Doble: Claro Low E Ai/Ar + Claro Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C

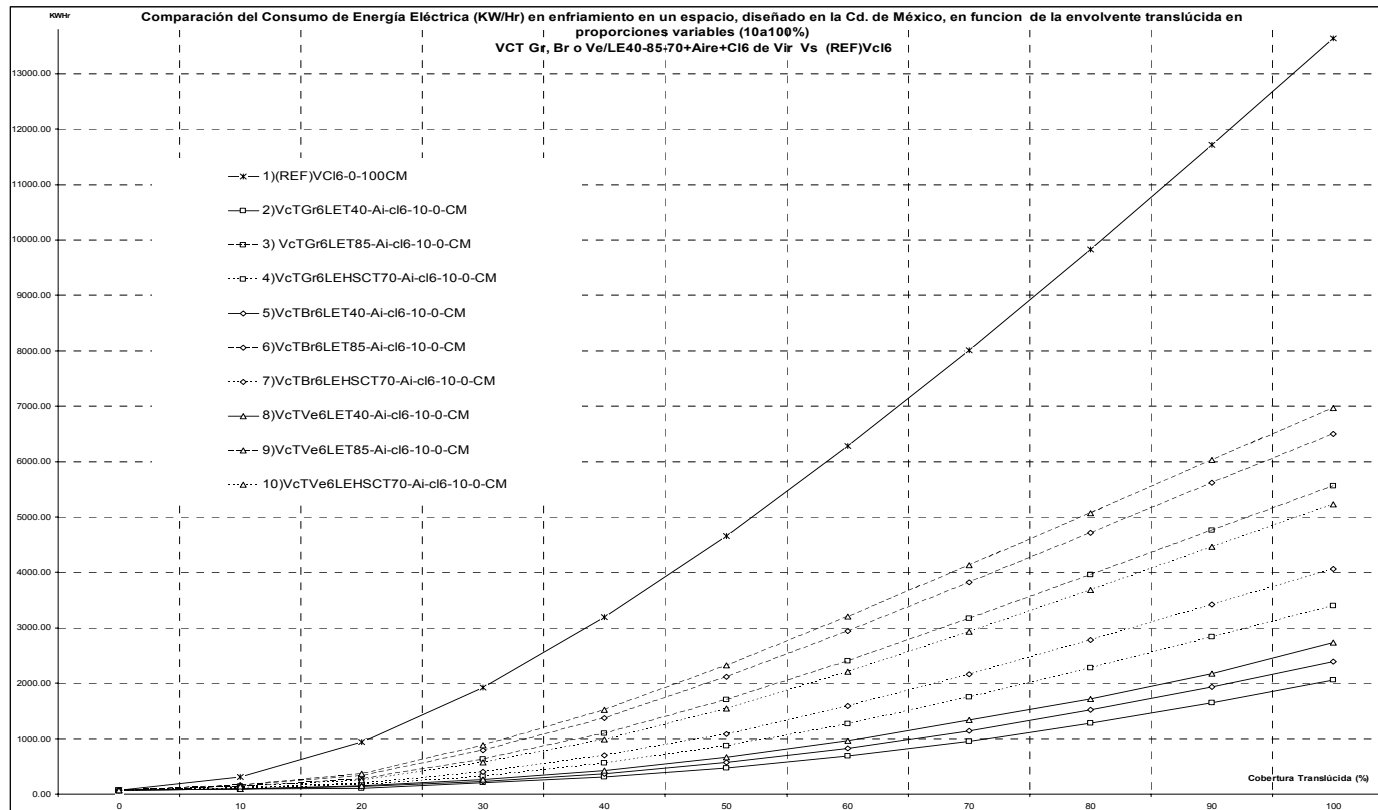


Comparación del gasto energético por Calentamiento en Vidrio Doble: Claro Low E Ai/Ar + Claro Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C

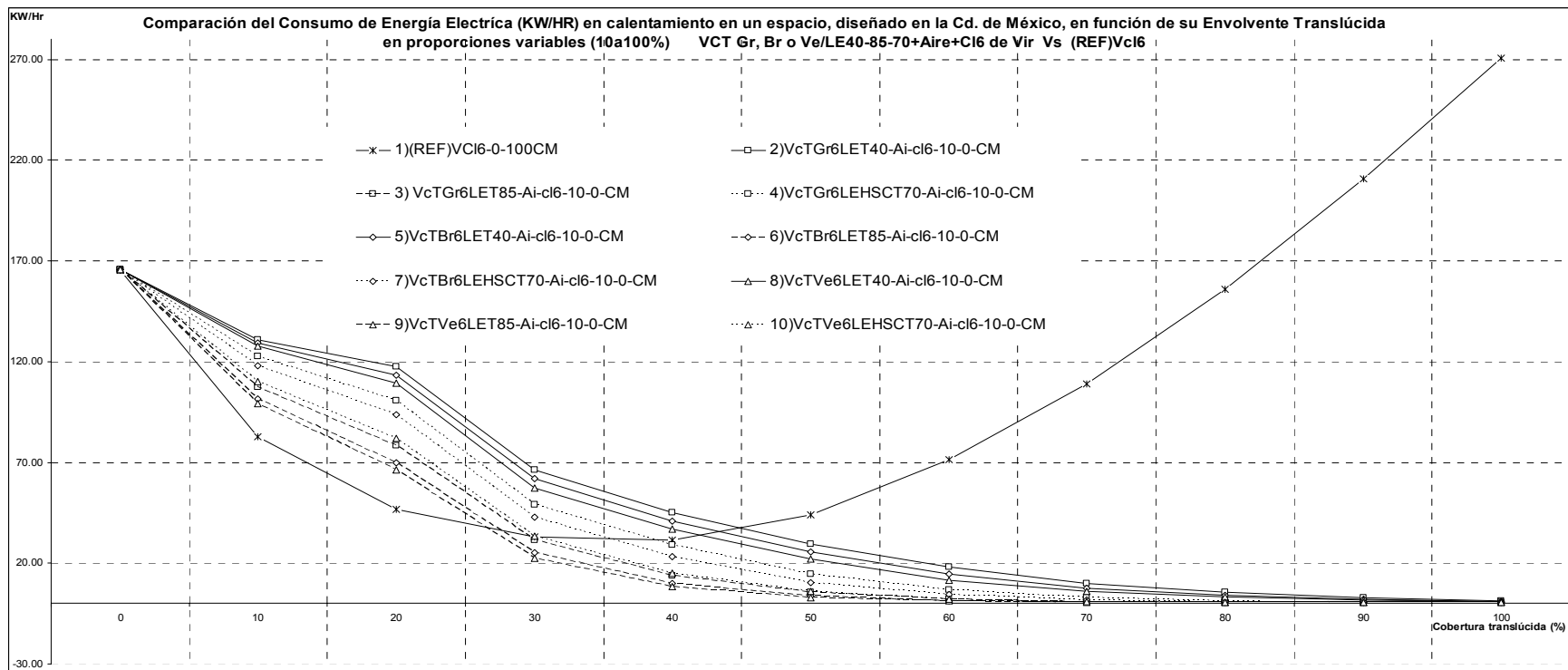


Comparación del gasto energético por Iluminación en Vidrio Doble: Claro Low E Ai/Ar + Claro Vs Vidrio Claro 6mm.



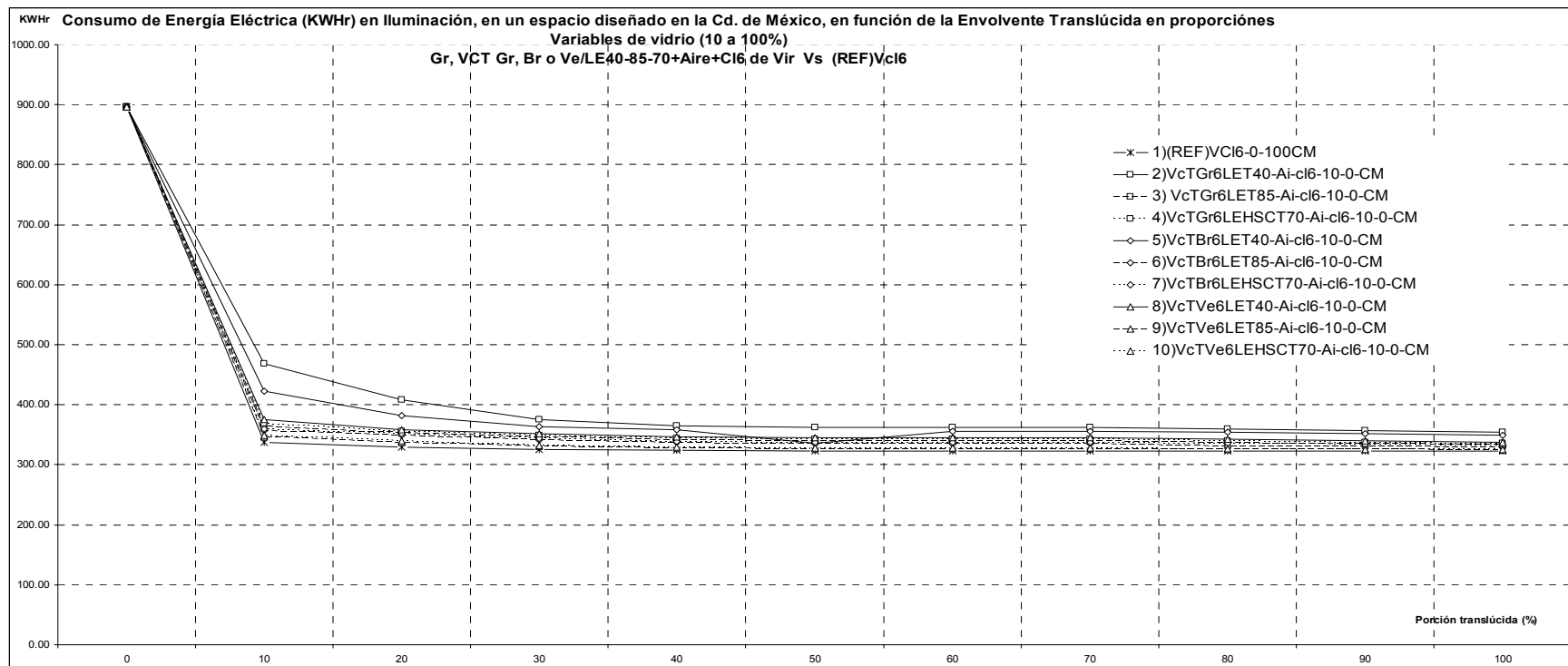
Comparación del gasto energético por Enfriamiento en Vidrio Doble: Con Tinte Low E 40-85-70 + Claro Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C



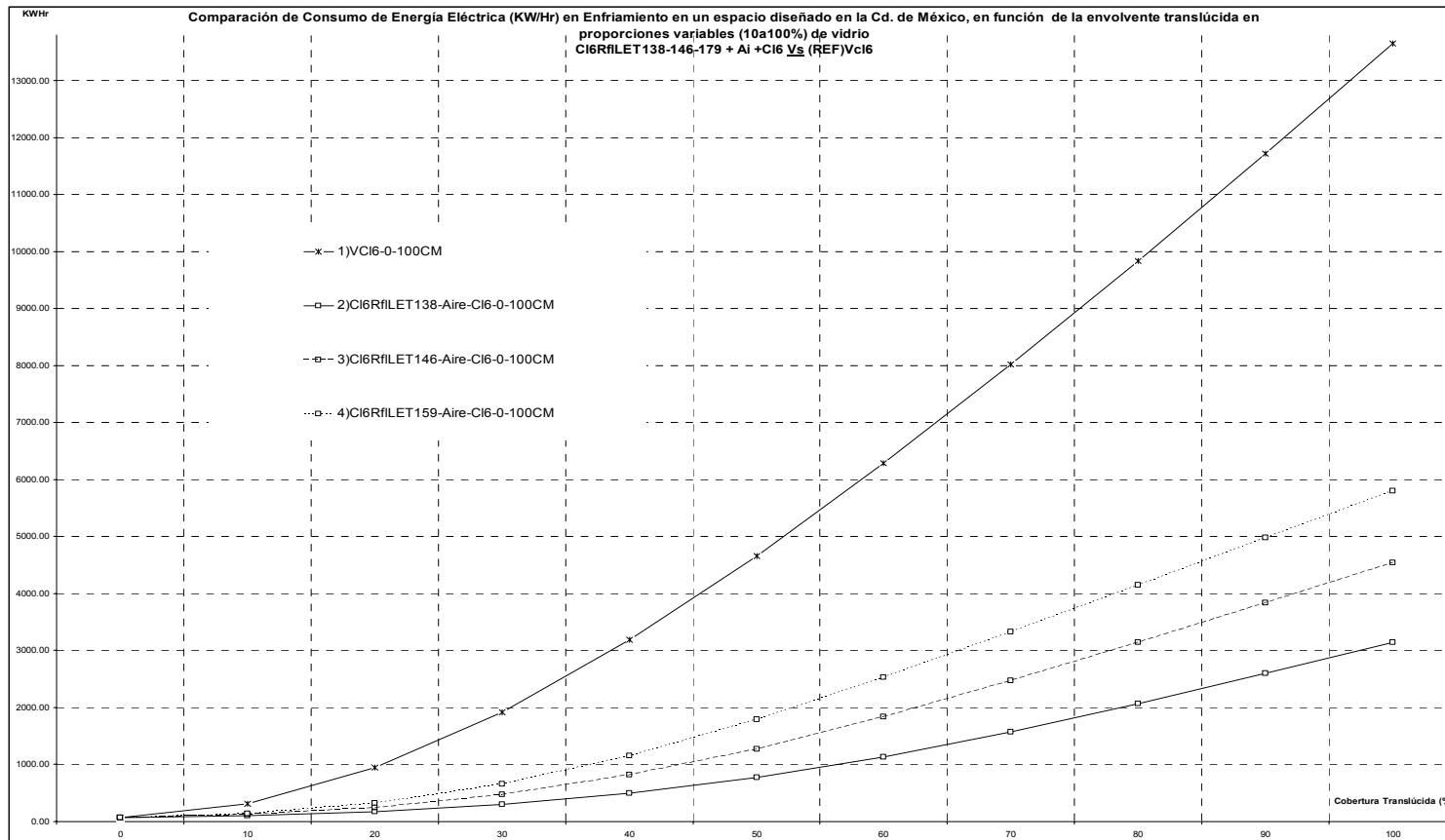
Comparación del gasto energético por Calentamiento en Vidrio Doble: Con Tinte Low E 40-85-70 + Claro Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C



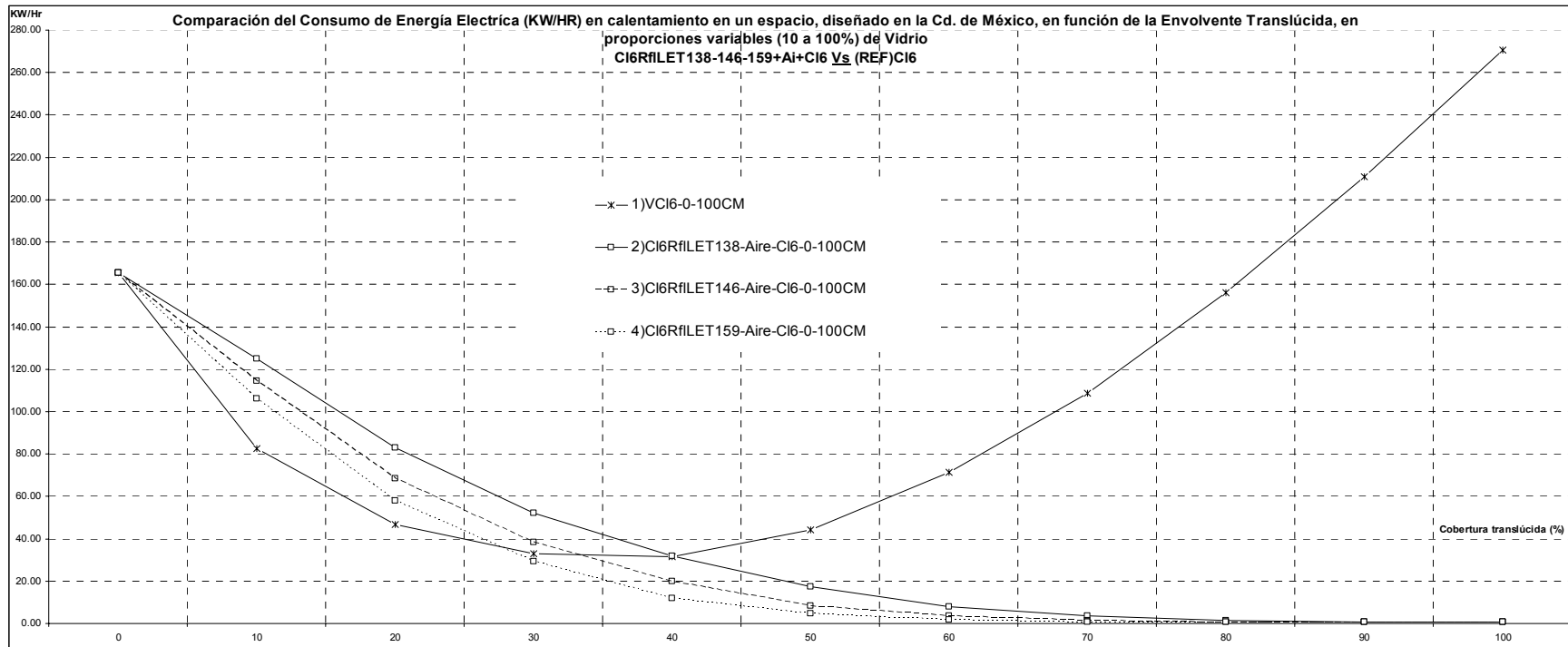
Comparación del gasto energético por Iluminación en Vidrio Doble: Con Tinte Low E 40-85-70 + Claro Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C



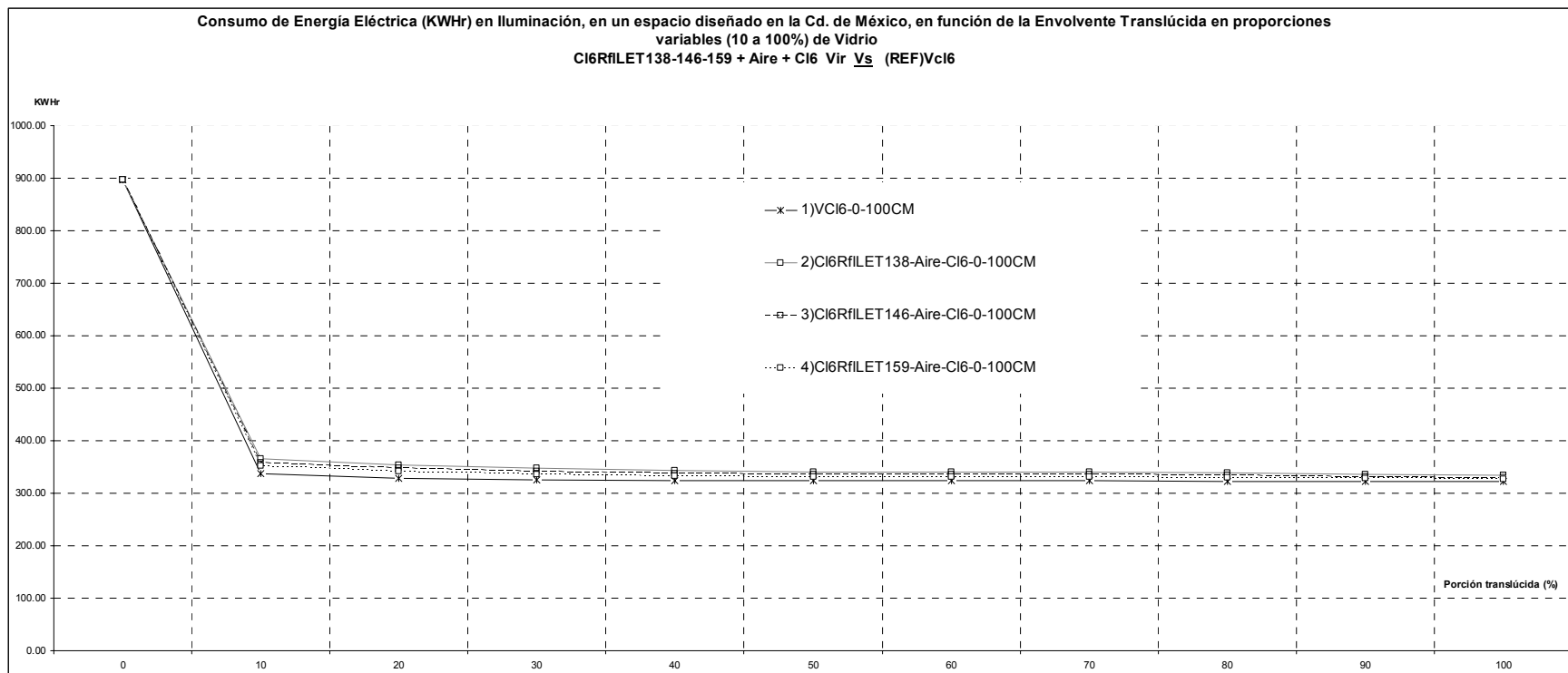
Comparación del gasto energético por Enfriamiento en Vidrio Doble: Reflejante Low E 138-146-159 + Claro Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C

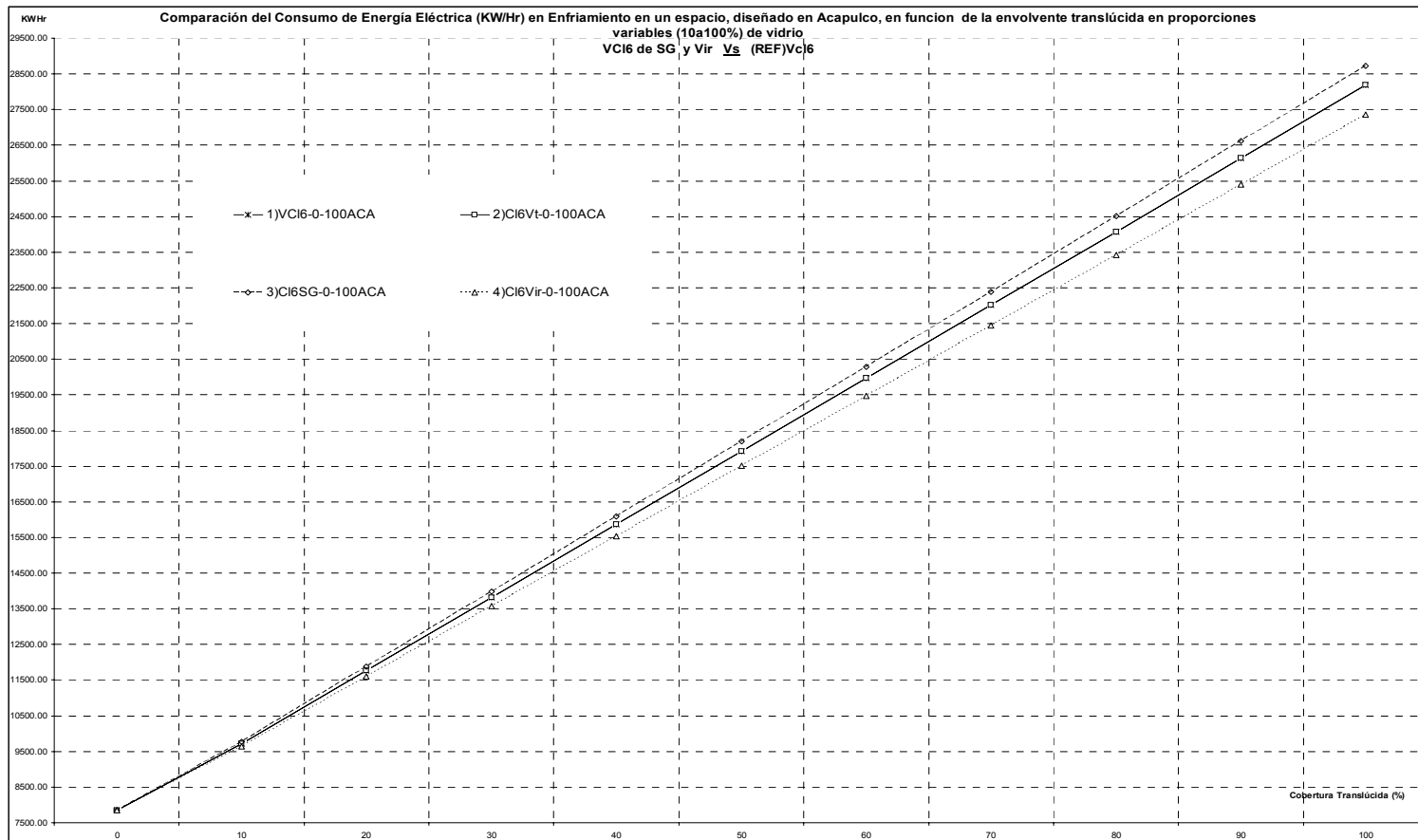


Comparación del gasto energético por Calentamiento en Vidrio Doble: Reflejante Low E 138-146-159 + Claro Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C

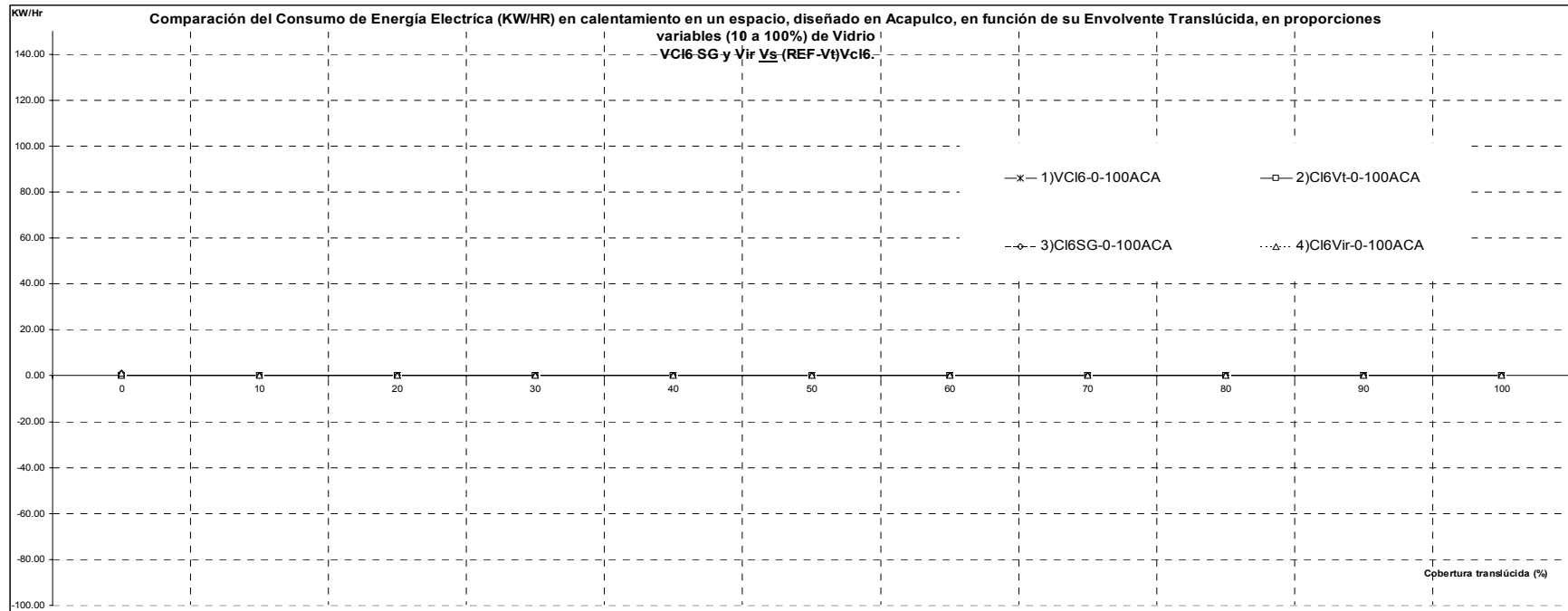


Comparación del gasto energético por Iluminación en Vidrio Doble: Con Tinte Low E 40-85-70 + Claro Vs Vidrio Claro 6mm.



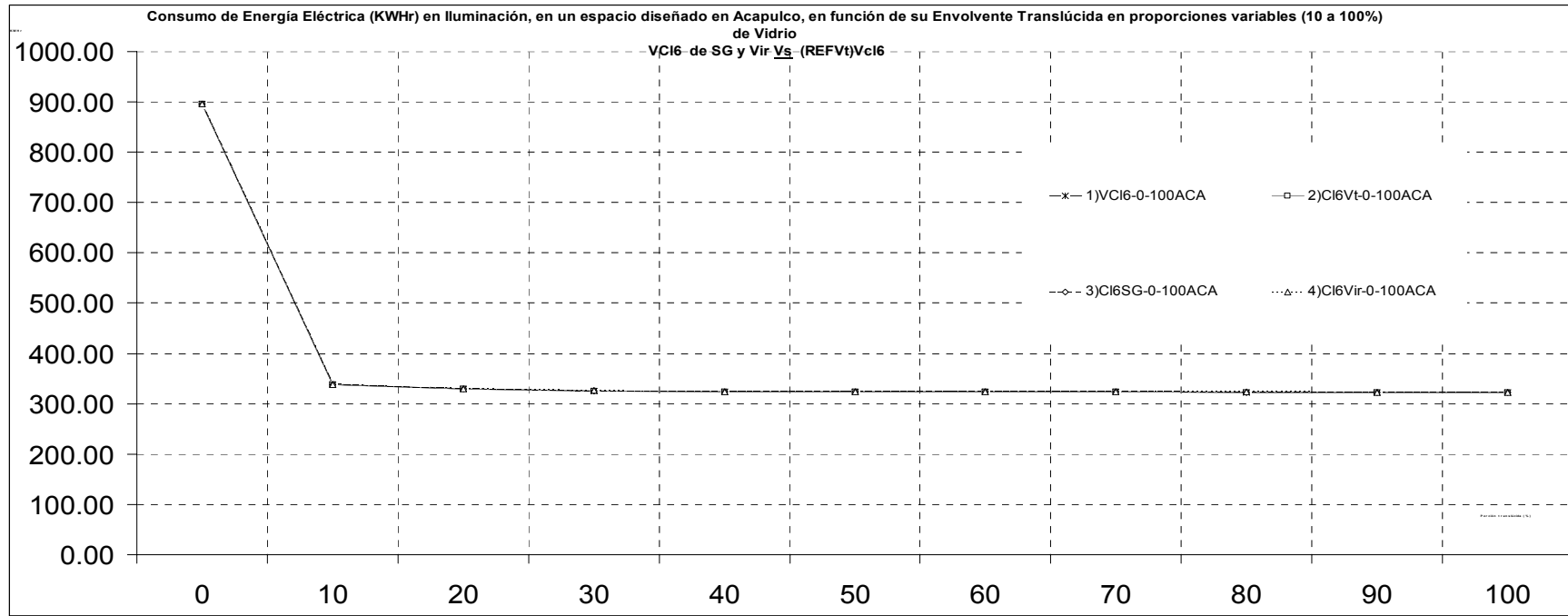
Comparación del gasto energético por Enfriamiento en Vidrio Claro Monolítico Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C

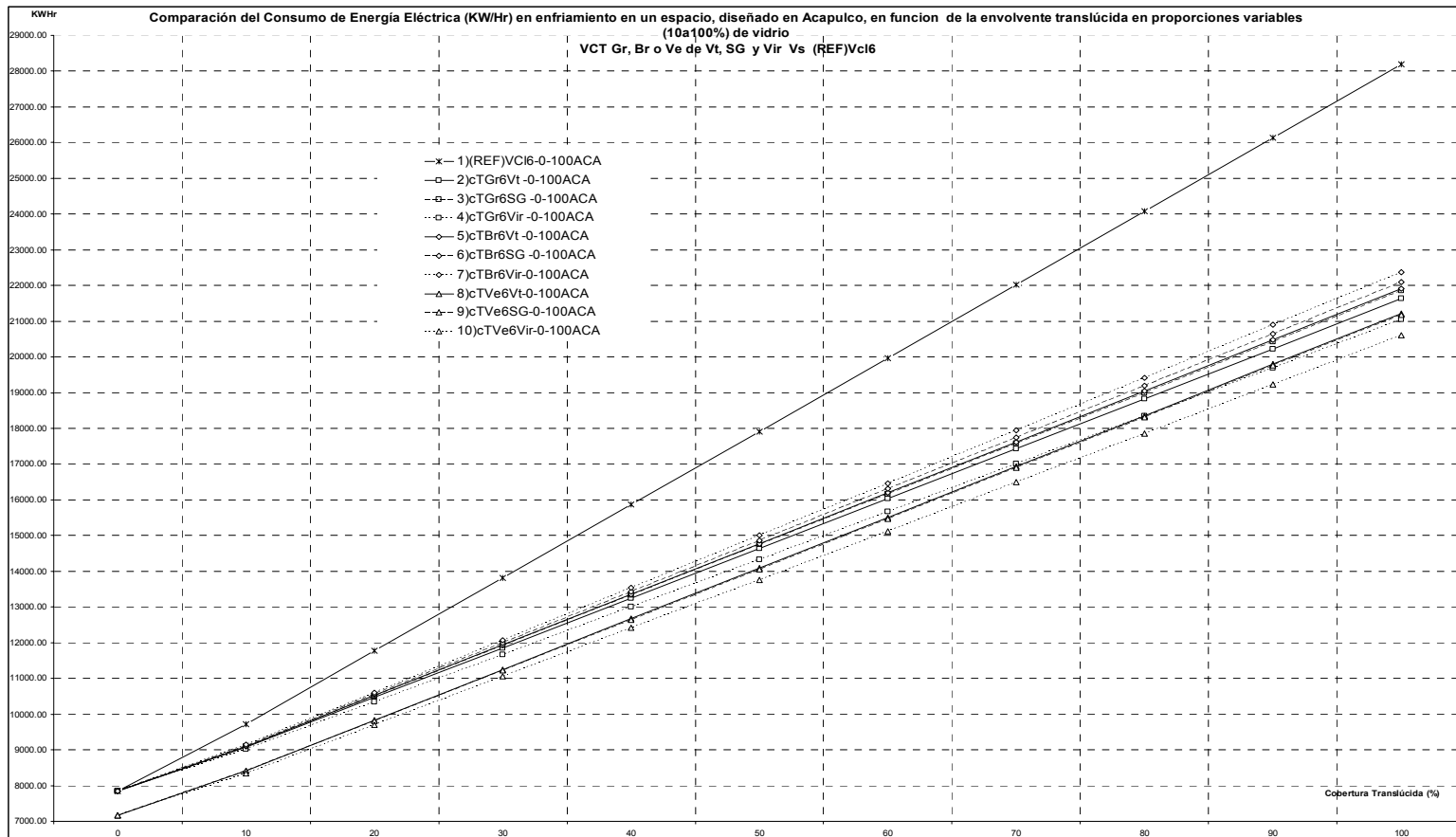


Comparación del gasto energético por Calentamiento en Vidrio Claro Monolítico Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C

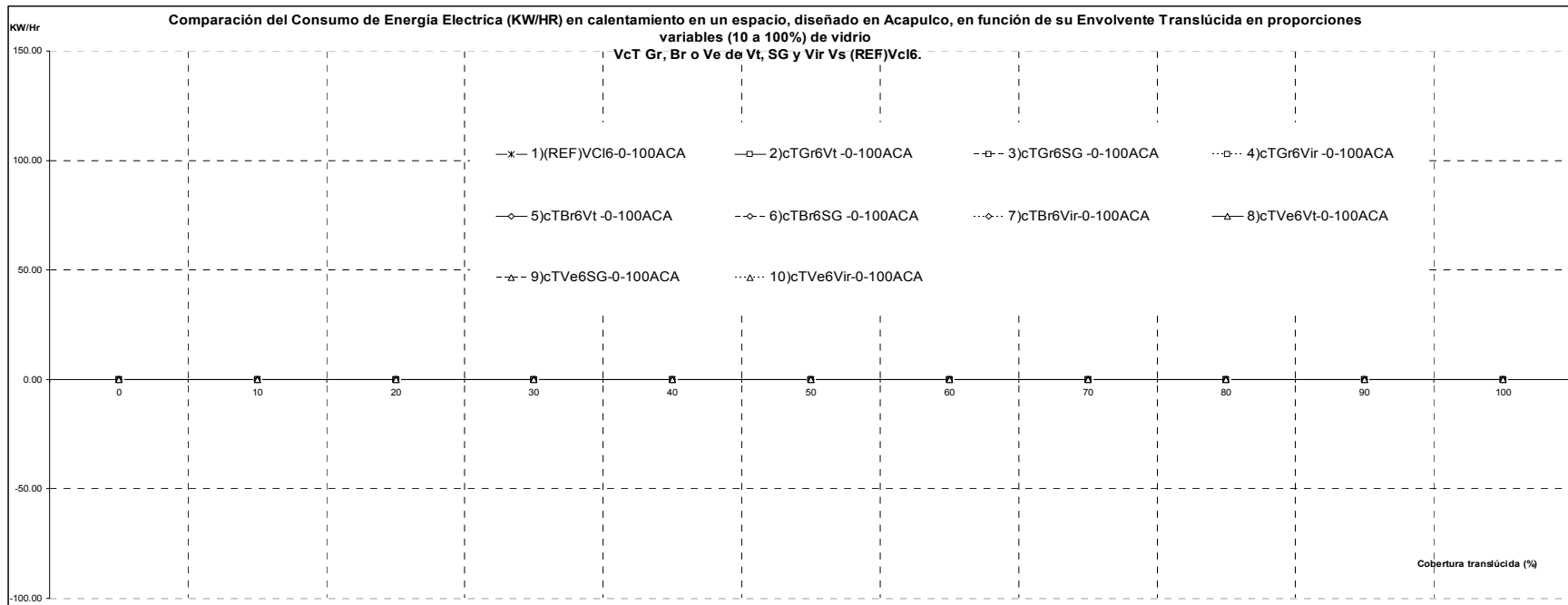


Comparación del gasto energético por Iluminación en Vidrio Claro Monolítico Vs Vidrio Claro 6mm.

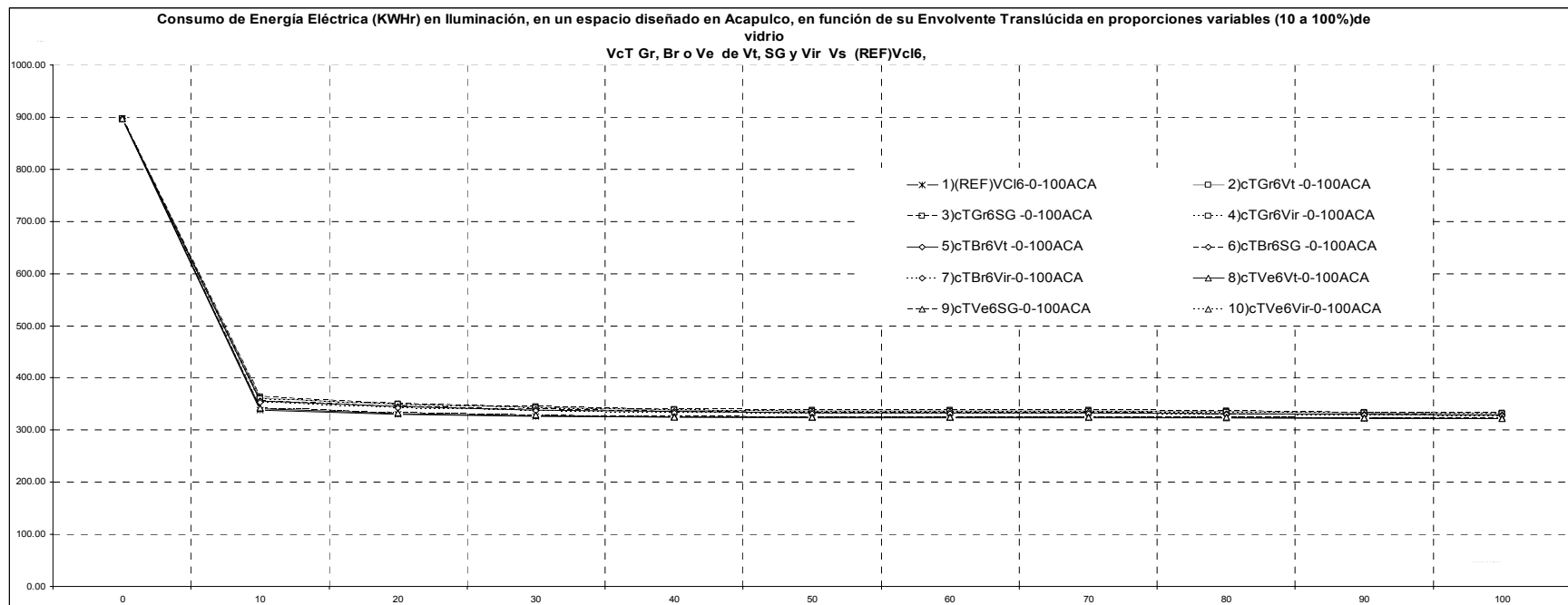


Comparación del gasto energético por Enfriamiento en Vidrio Con tinte Monolítico Vs Vidrio Claro 6mm.

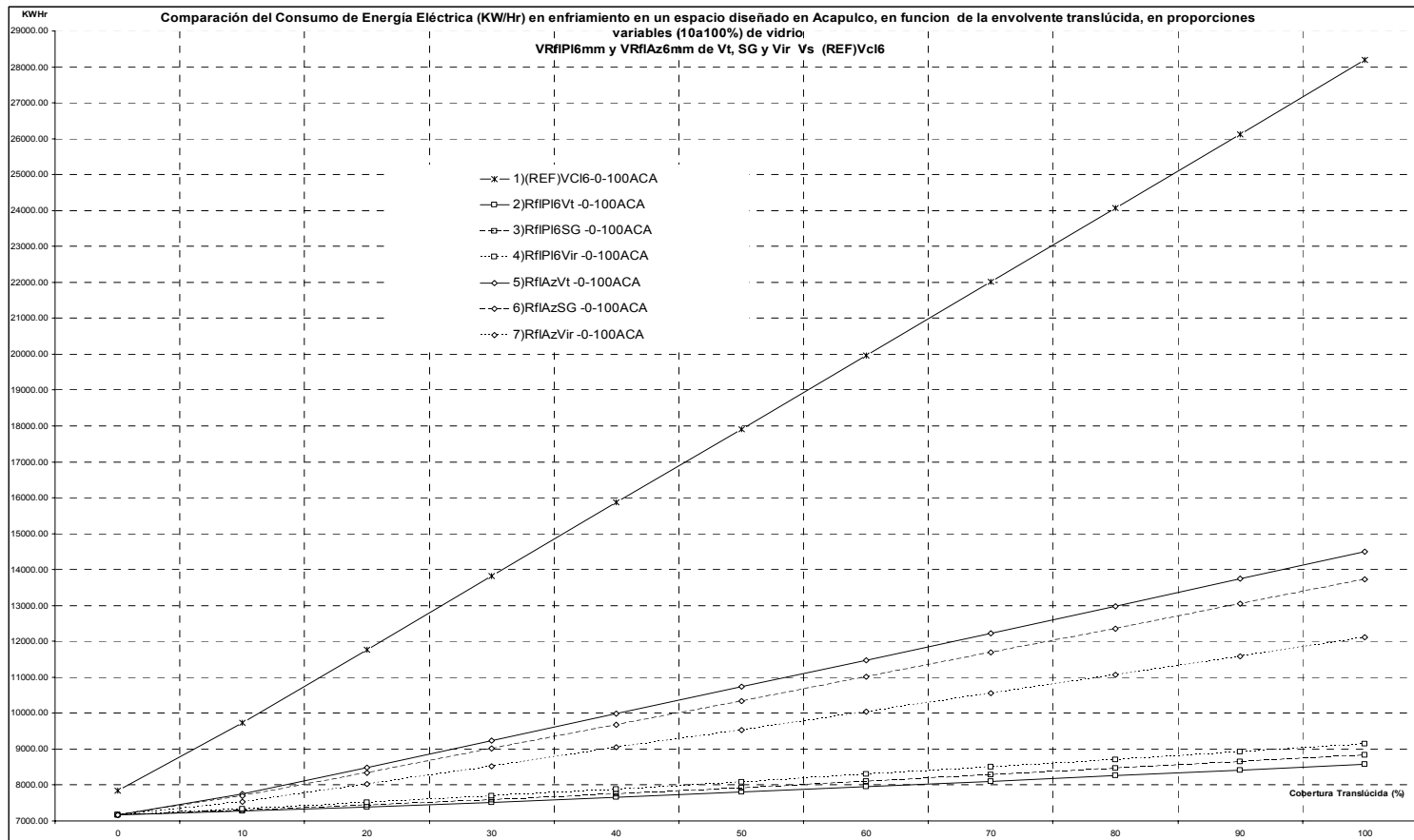
ANEXO C



Comparación del gasto energético por Calentamiento en Vidrio Con Tinte Monolítico Vs Vidrio Claro 6mm.

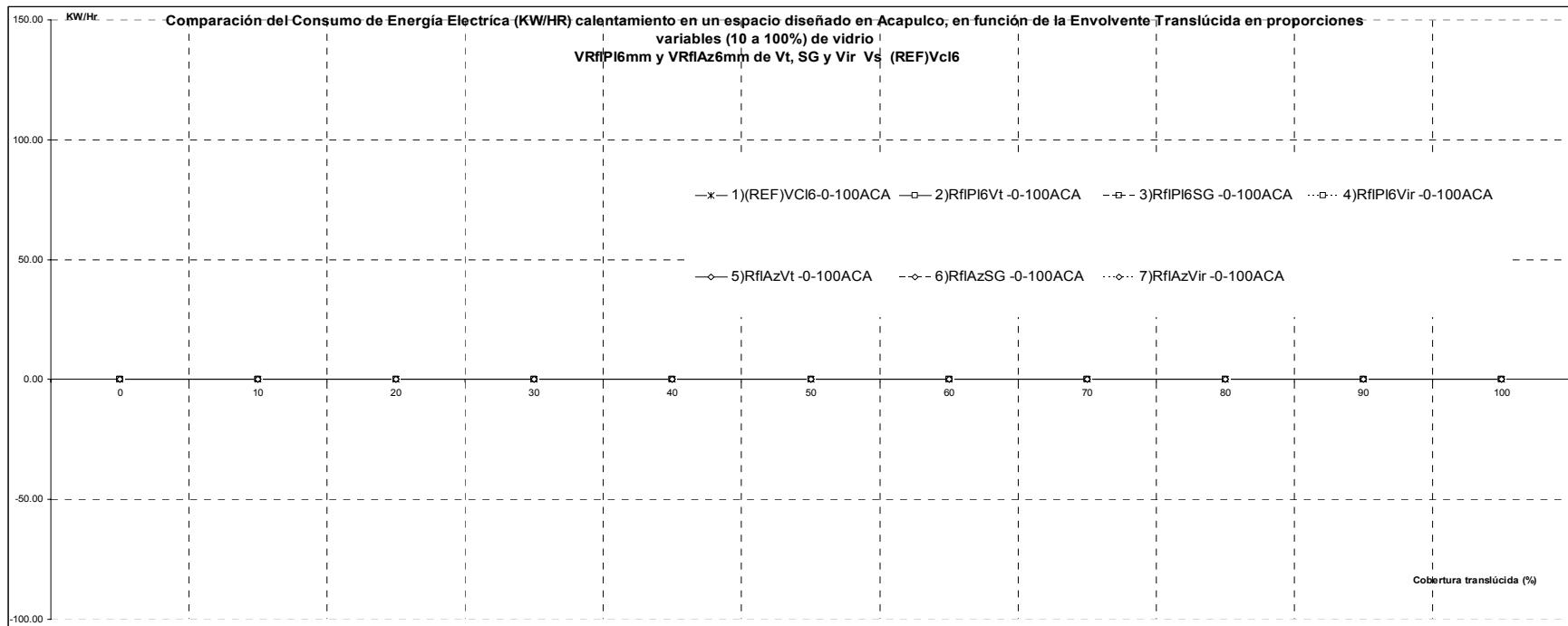


Comparación del gasto energético por Iluminación en Vidrio Con Tinte Monolítico Vs Vidrio Claro 6mm.



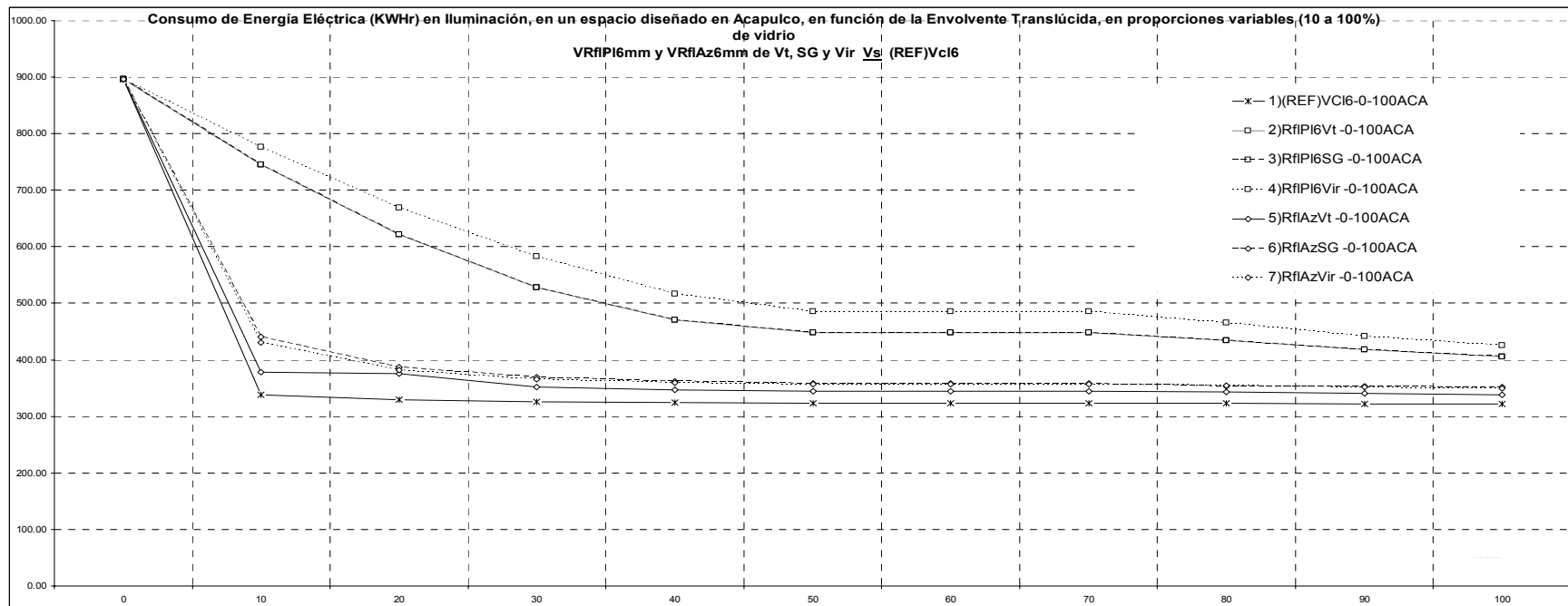
Comparación del gasto energético por Enfriamiento en Vidrio Reflejante Monolítico Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C

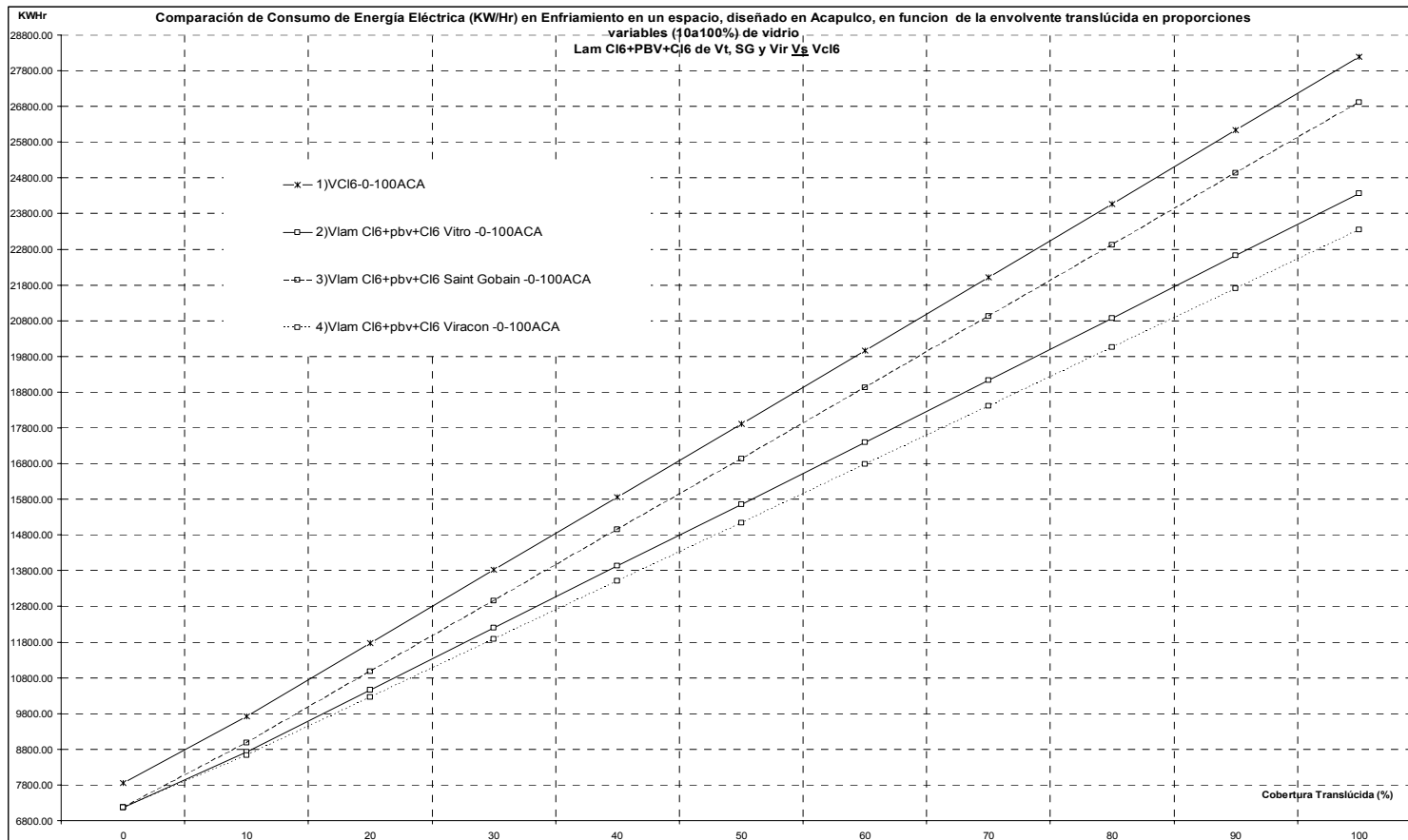


Comparación del gasto energético por Calentamiento en Vidrio Reflejante Monolítico Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C

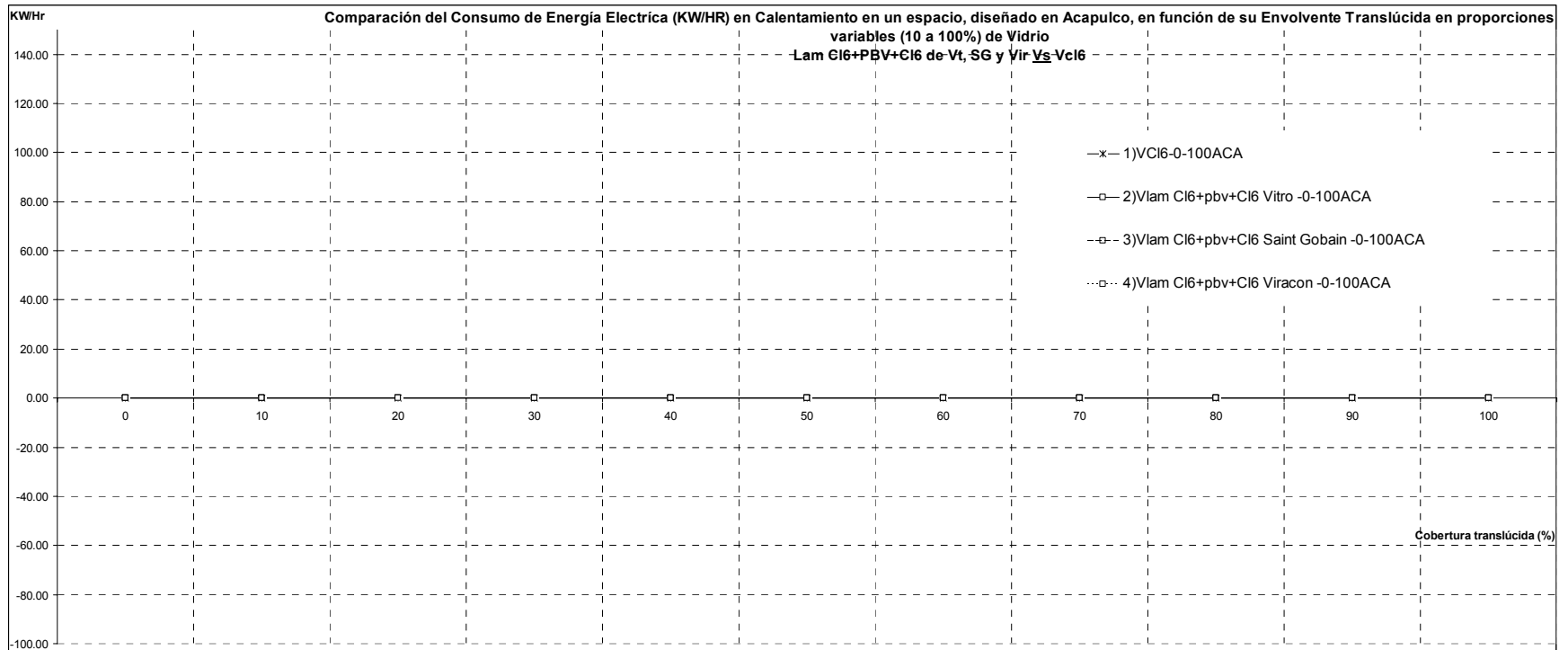


Comparación del gasto energético por Iluminación en Vidrio Reflejante Monolítico Vs Vidrio Claro 6mm.



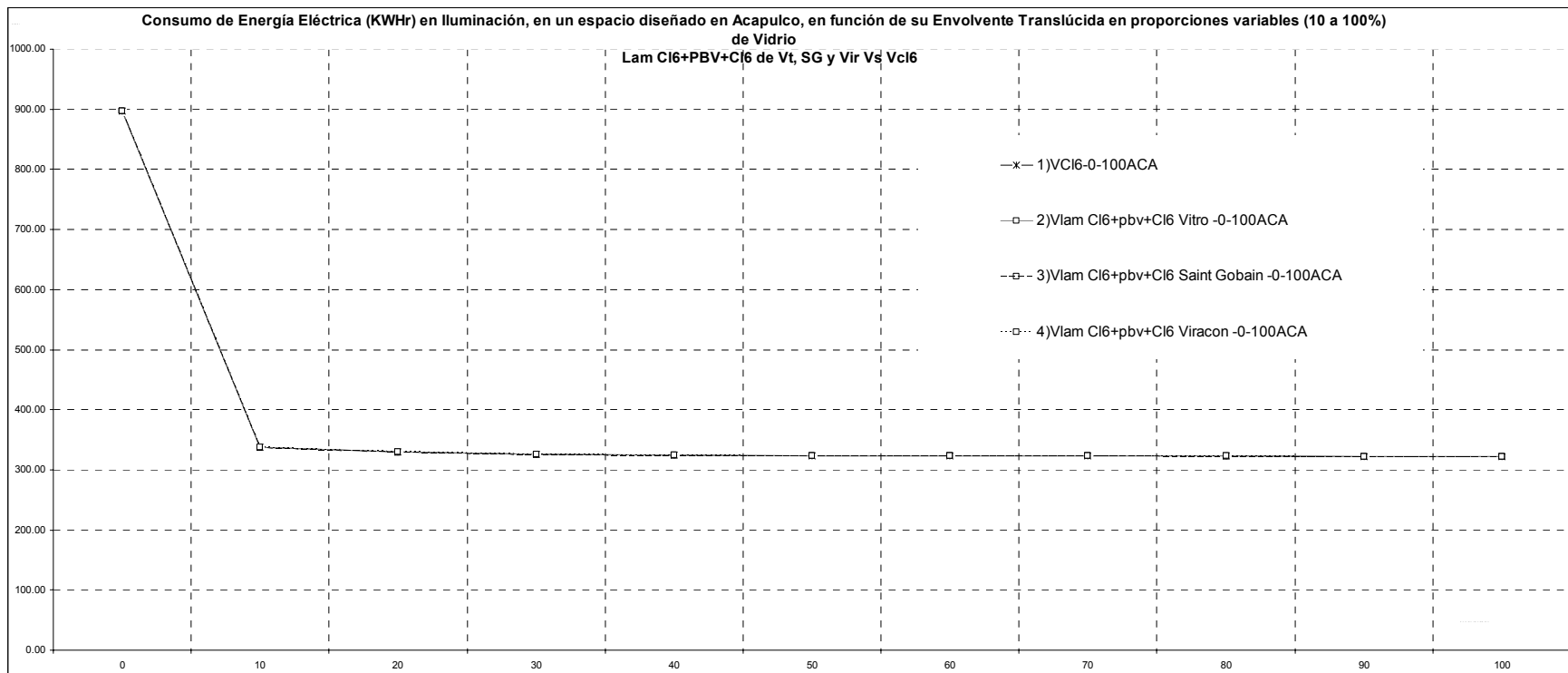
Comparación del gasto energético por Enfriamiento en Vidrio Doble: Laminado Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C

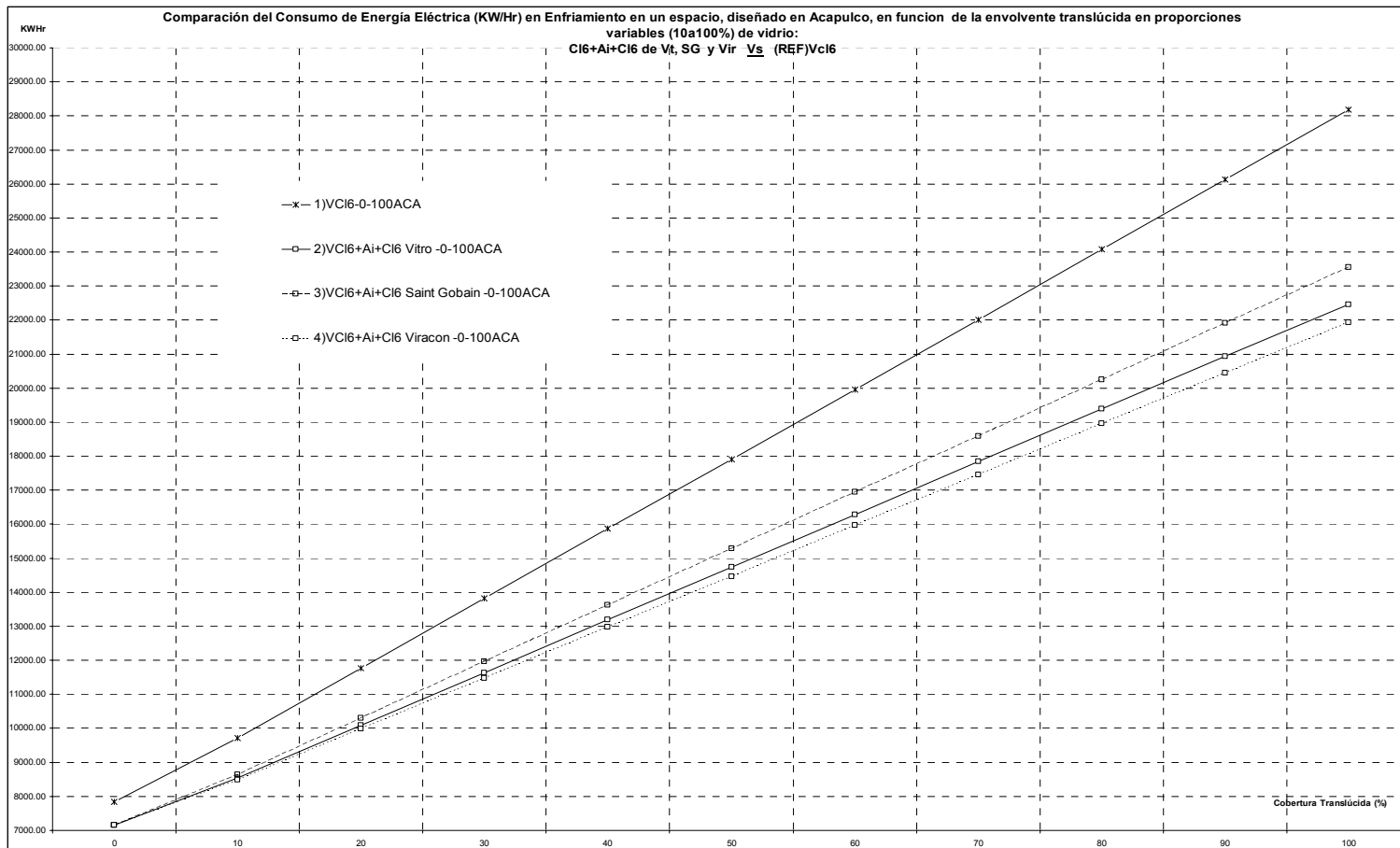


Comparación del gasto energético por Calentamiento en Vidrio Doble: Laminado Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C

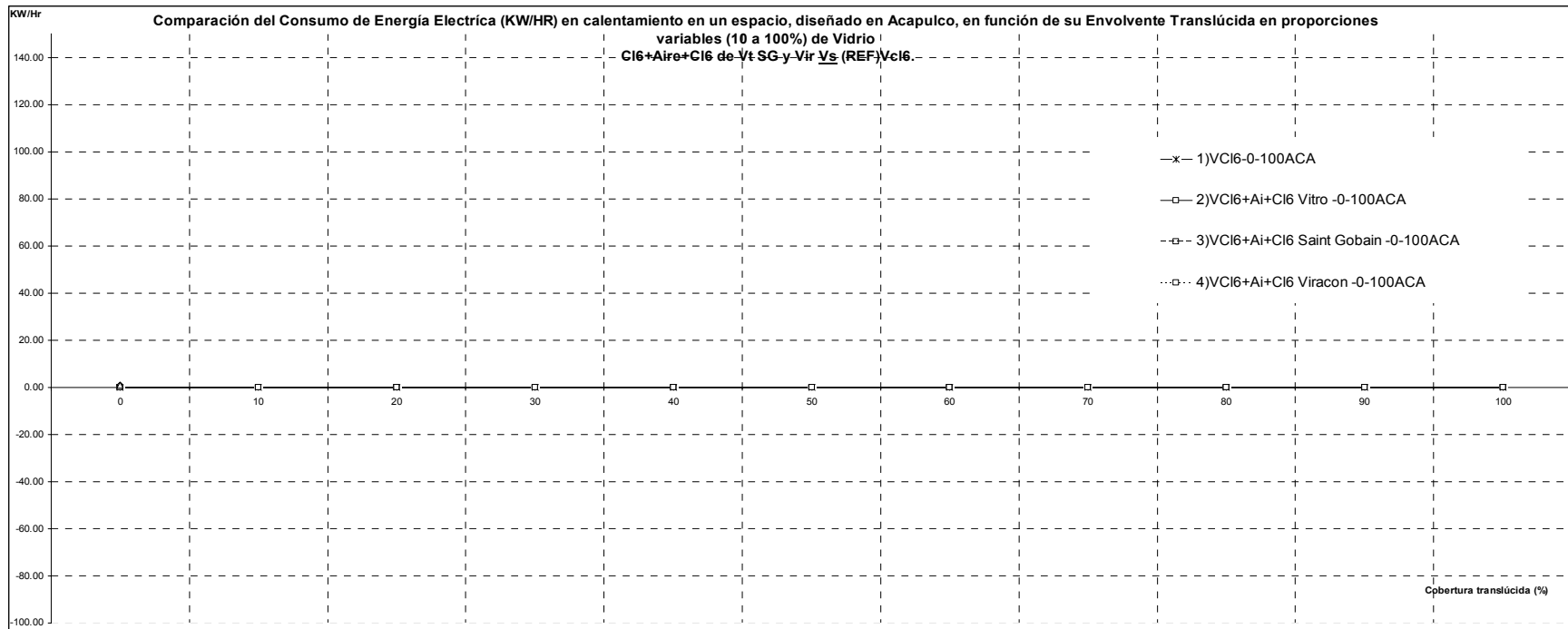


Comparación del gasto energético por Iluminación en Vidrio Doble: Laminado Vs Vidrio Claro 6mm.

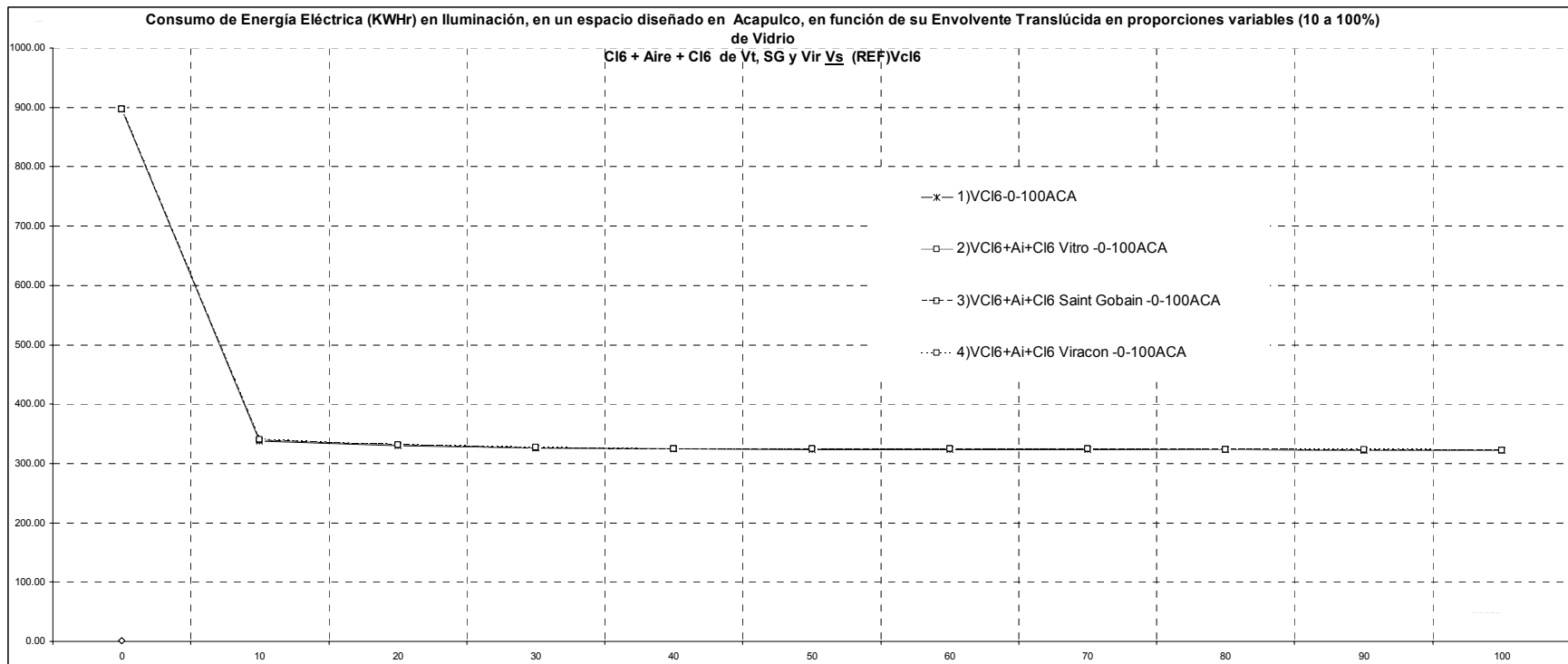


Comparación del gasto energético por Enfriamiento en Vidrio Doble: Claro Vs Vidrio Claro 6mm.

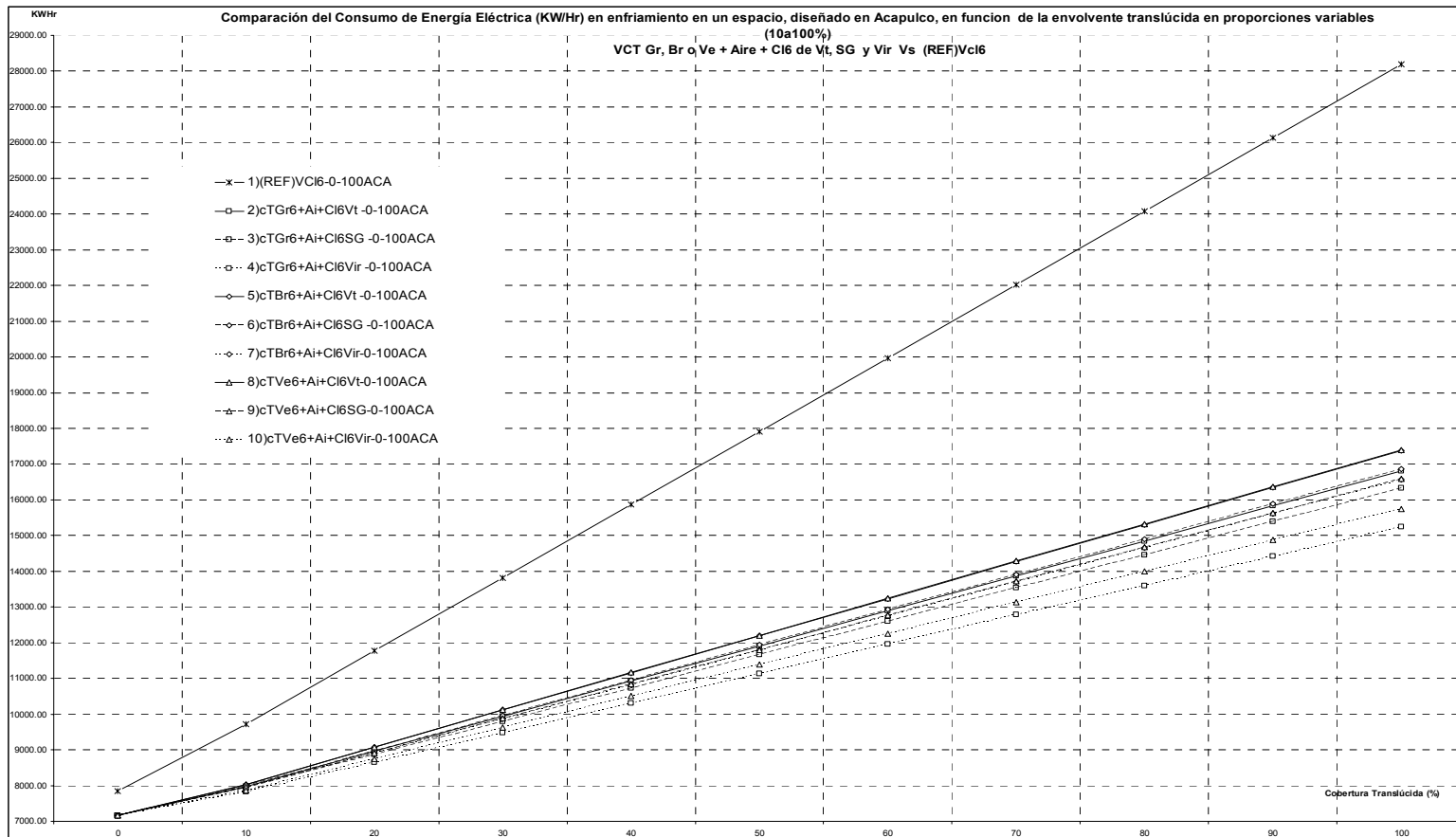
ANEXO C



Comparación del gasto energético por Calentamiento en Vidrio Doble: Claro Vs Vidrio Claro 6mm.

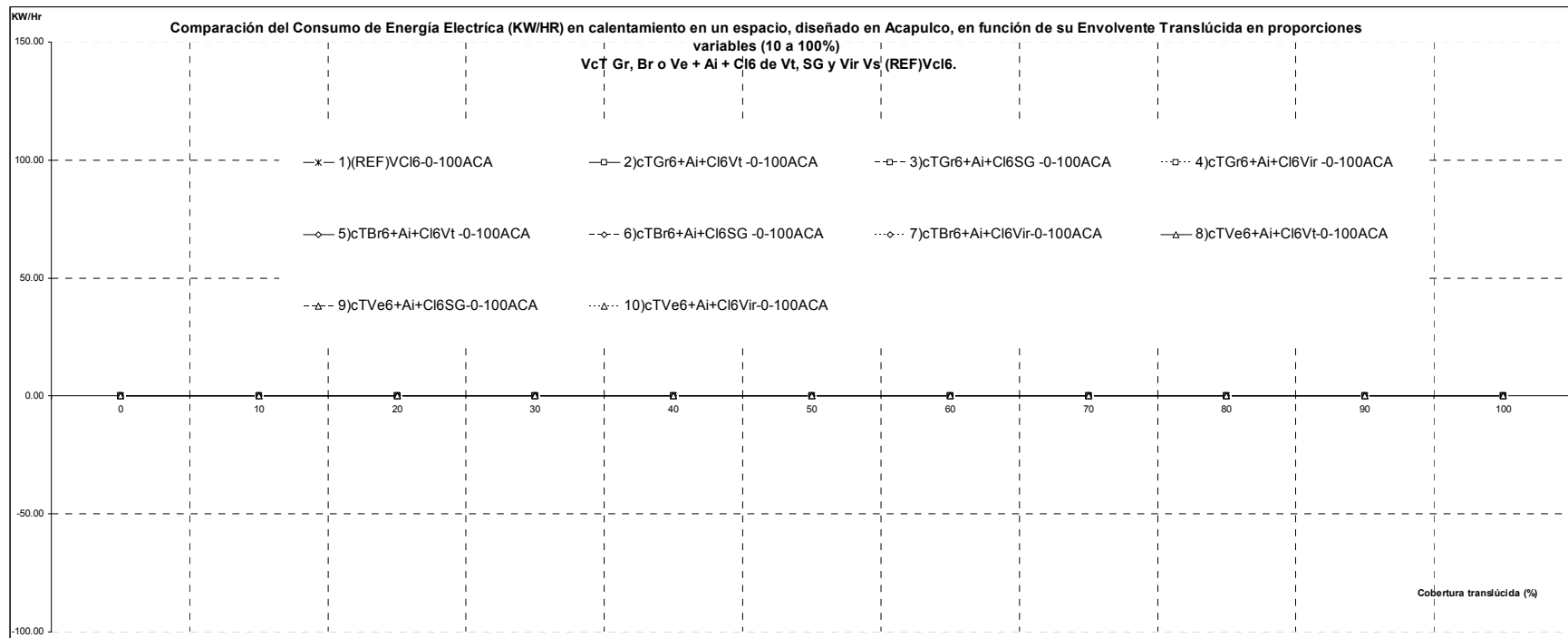


Comparación del gasto energético por Iluminación en Vidrio Doble: Claro Vs Vidrio Claro 6mm.

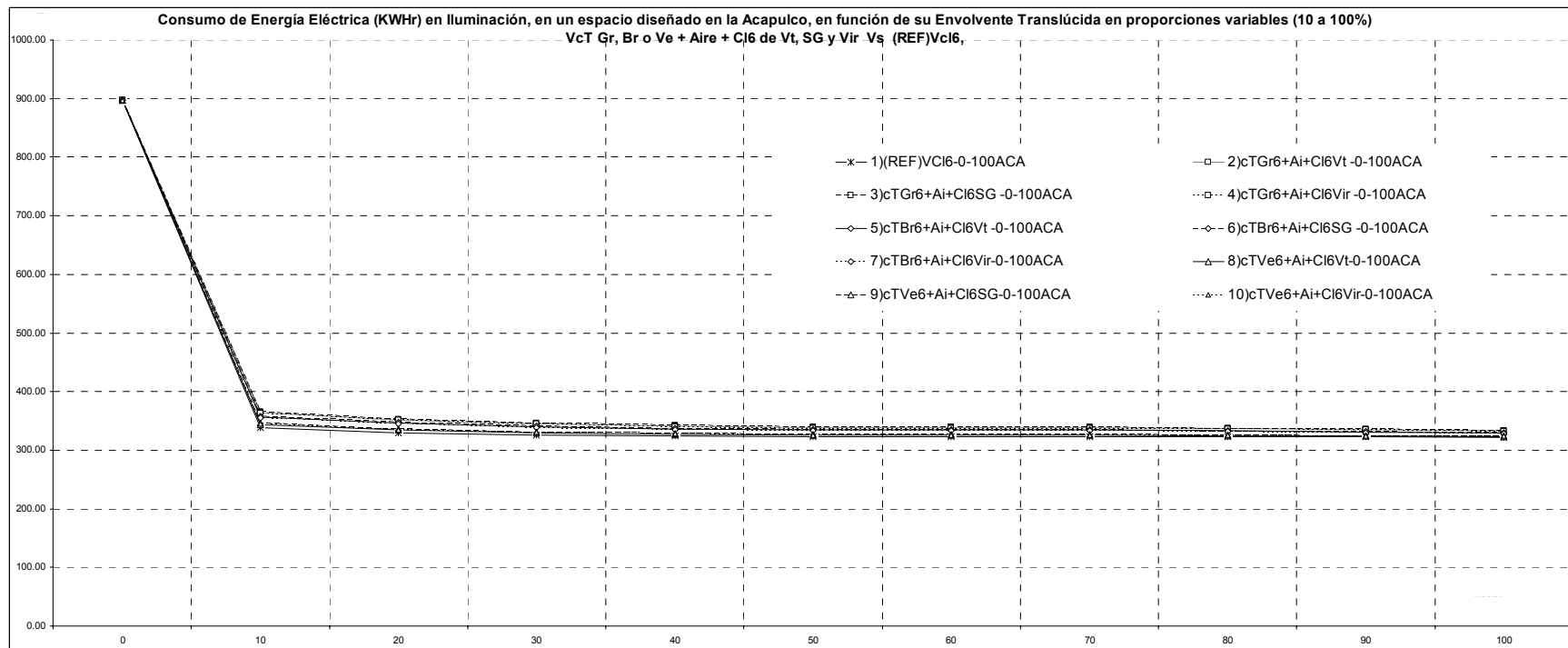


Comparación del gasto energético por Enfriamiento en Vidrio Doble: Con Tinte + Claro Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C

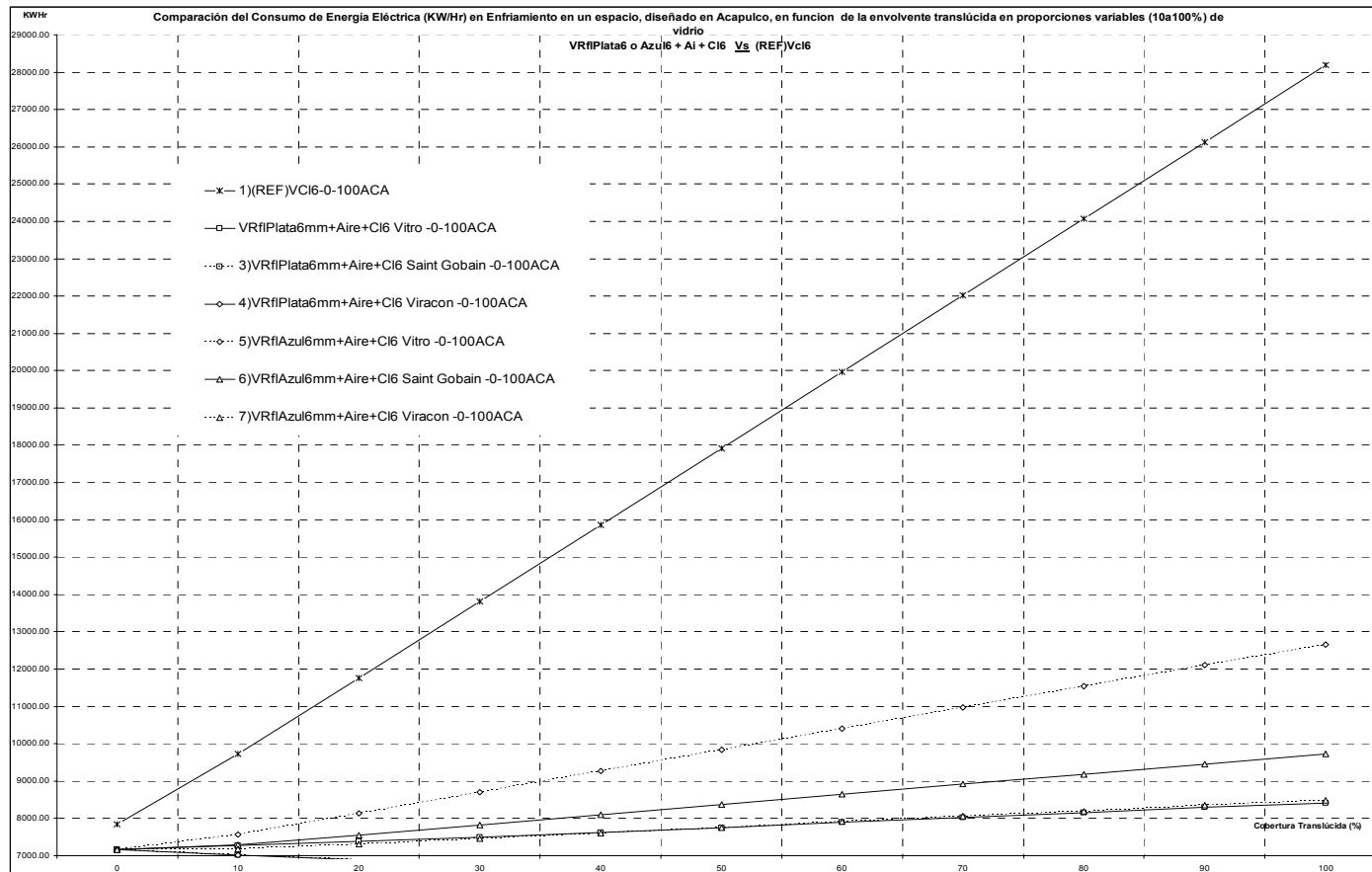


Comparación del gasto energético por Calentamiento en Vidrio Doble: Con Tinte + Claro Vs Vidrio Claro 6mm.



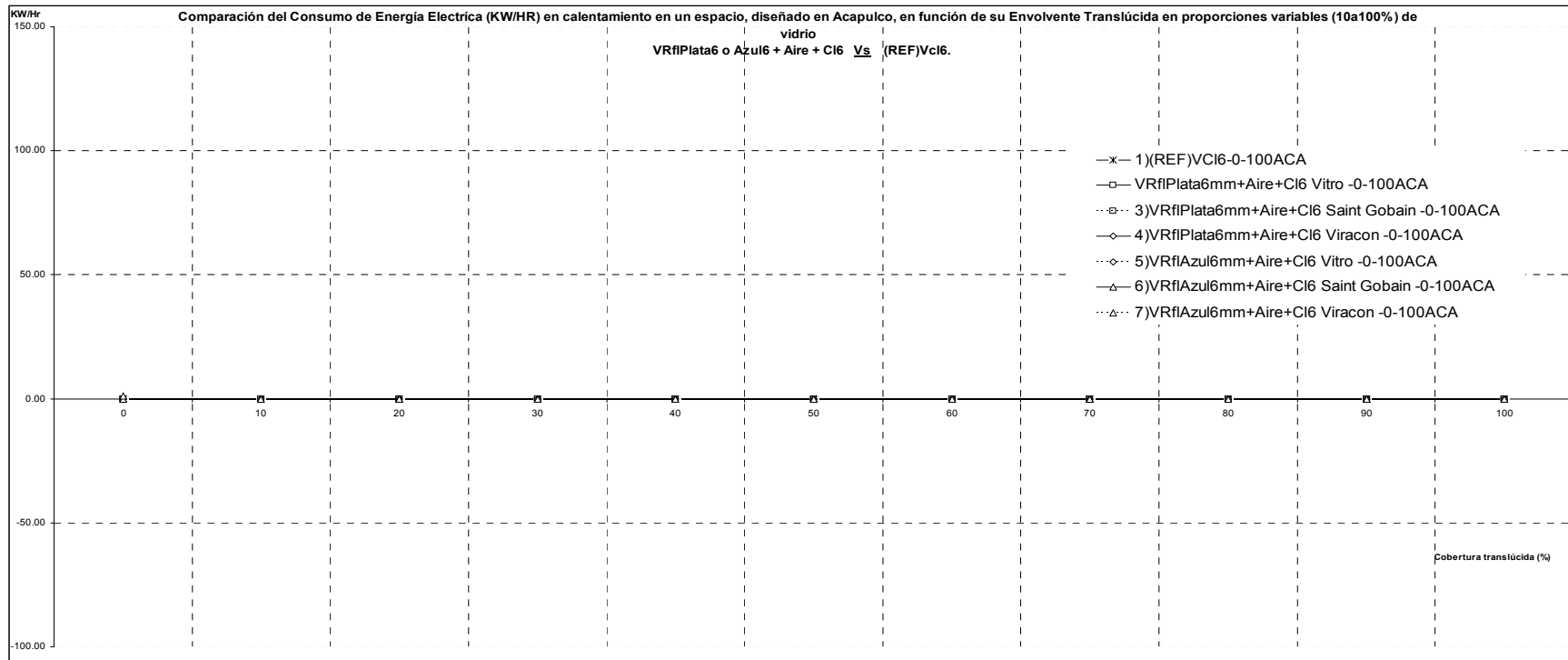
Comparación del gasto energético por Iluminación en Vidrio Doble: Con tinte + Claro Vs Vidrio Claro 6mm.T

ANEXO C



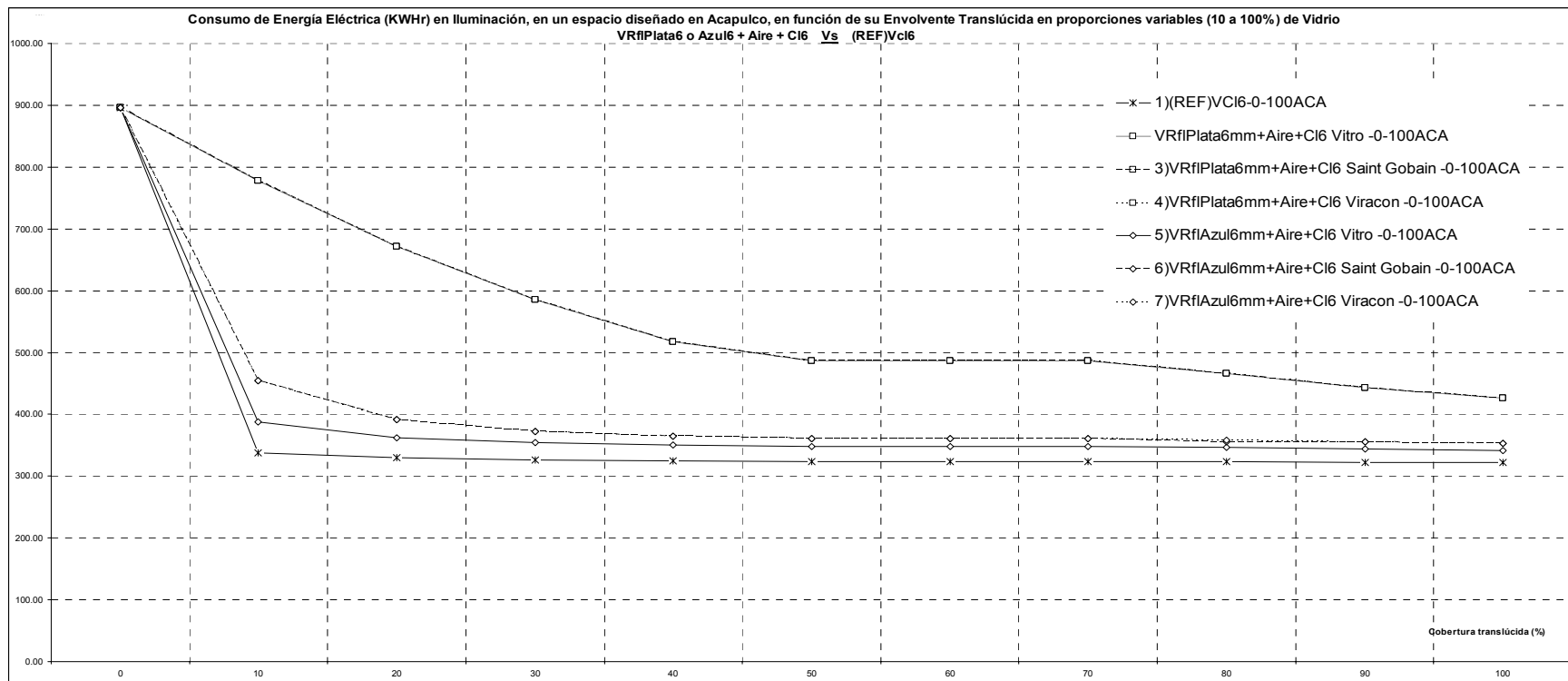
Comparación del gasto energético por Enfriamiento en Vidrio Doble: Reflejante + Claro Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C



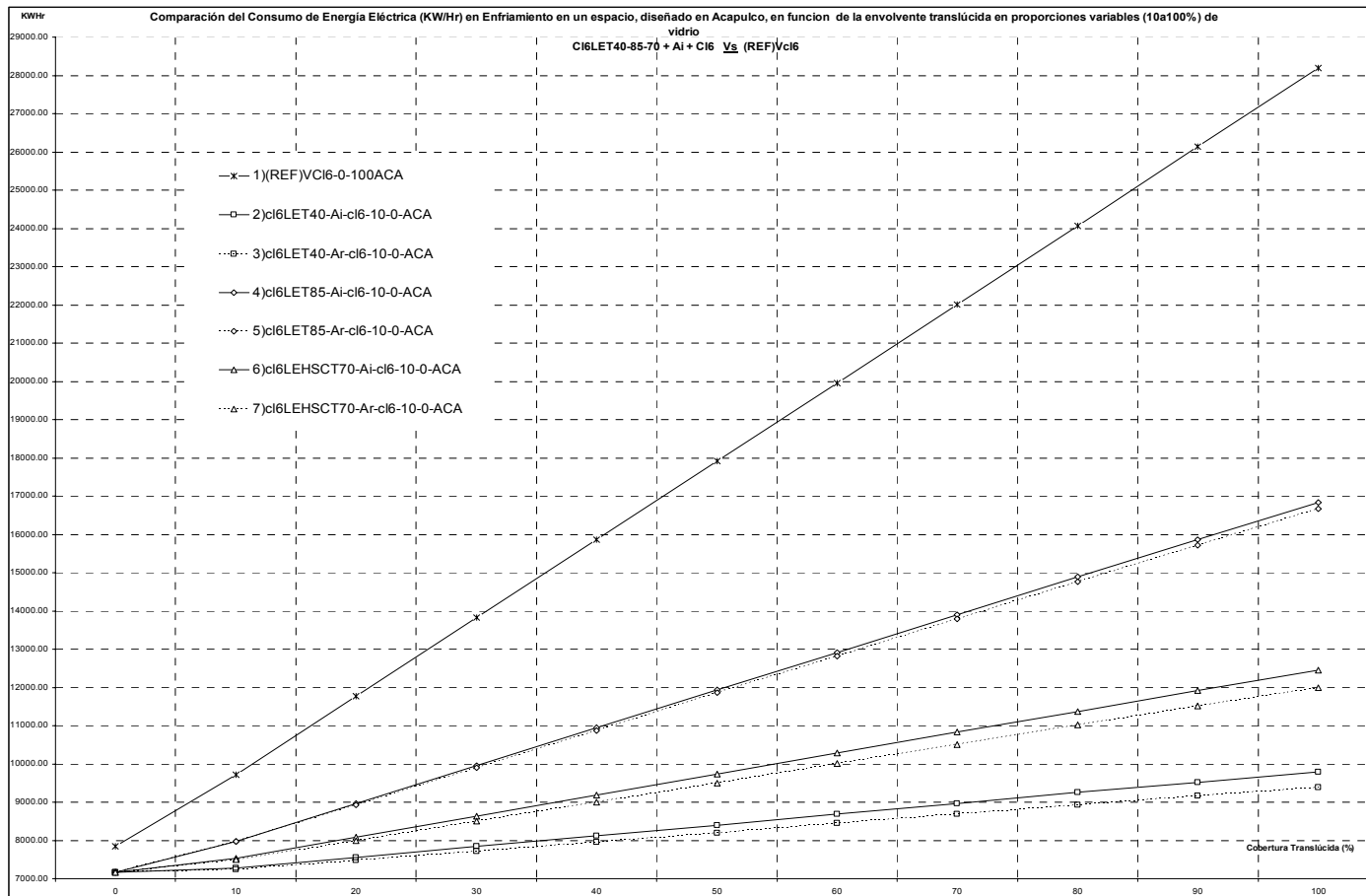
Comparación del gasto energético por Calentamiento en Vidrio Doble: Reflejante + Claro Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C



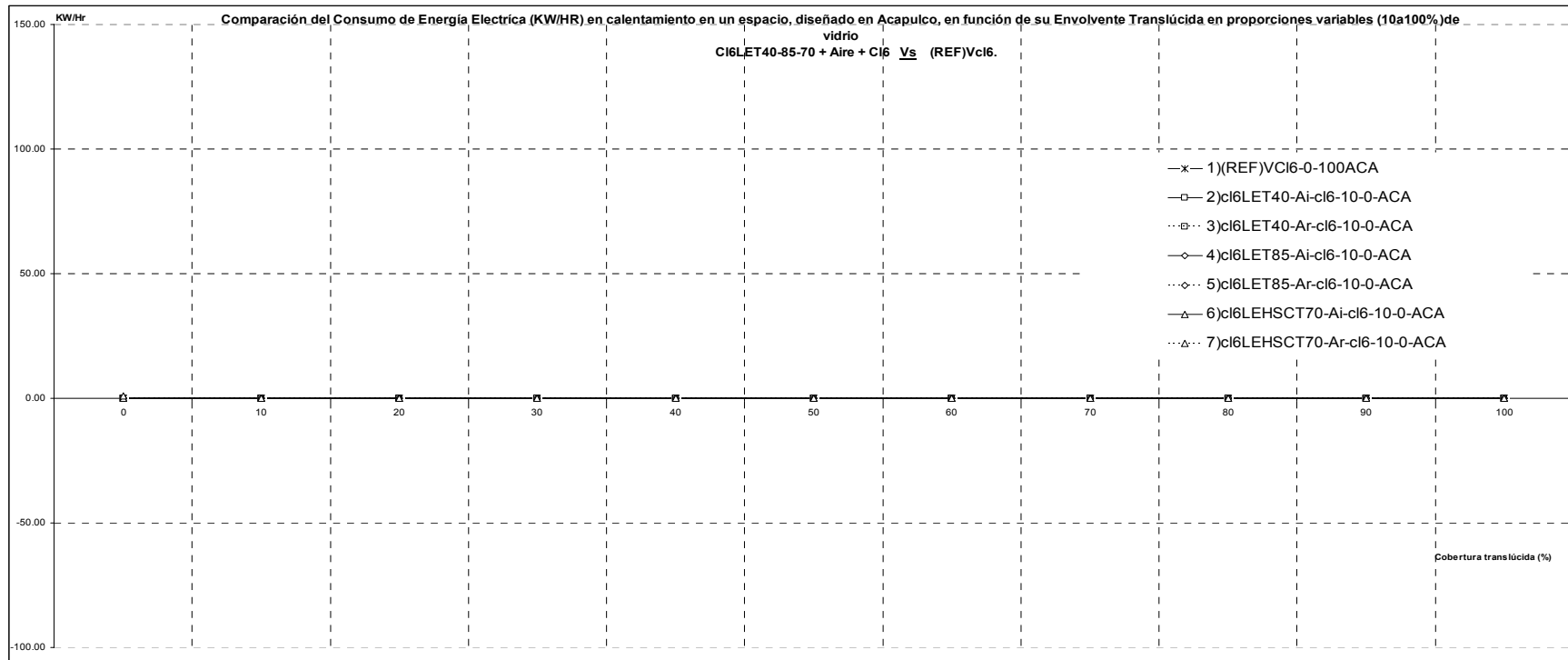
Comparación del gasto energético por Iluminación en Vidrio Doble: Reflejante + Claro Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C



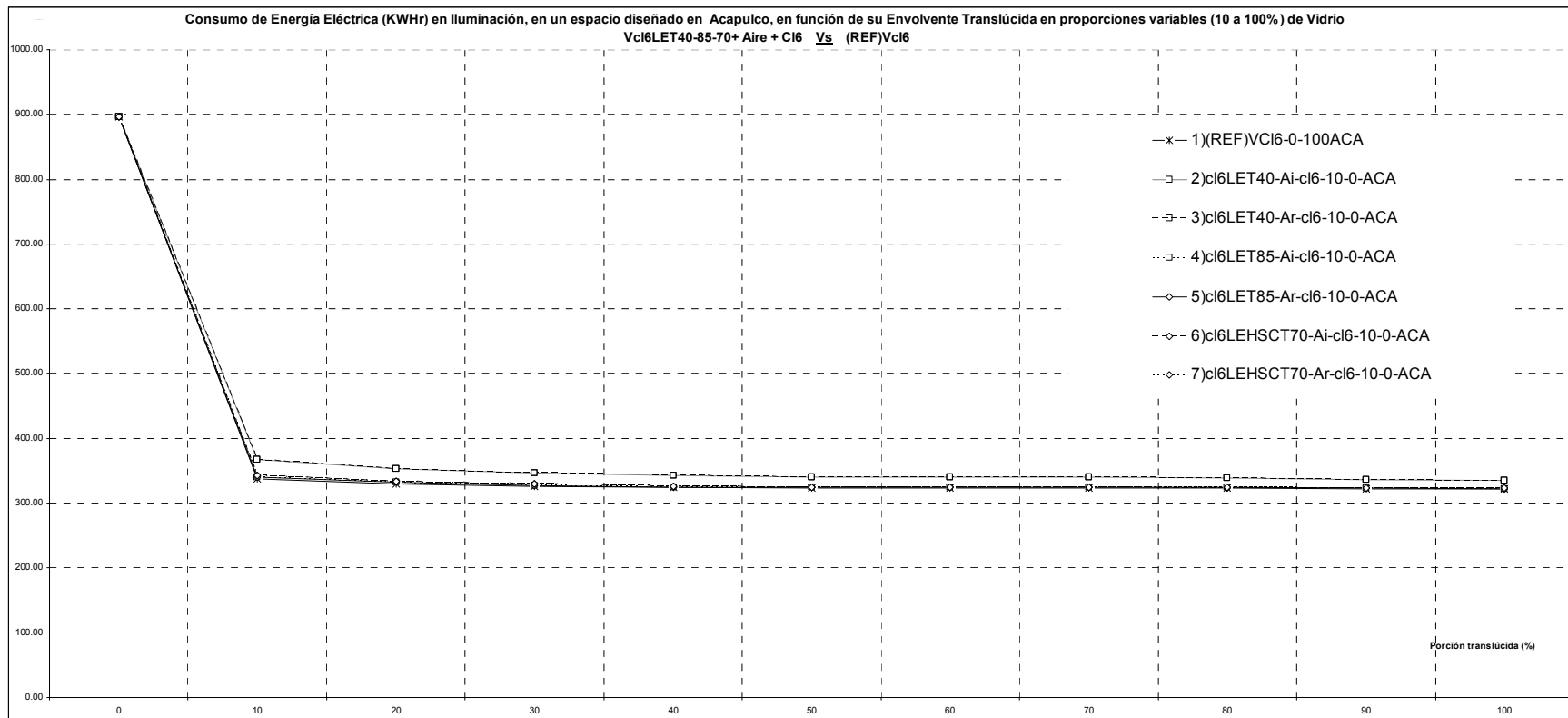
Comparación del gasto energético por Enfriamiento en Vidrio Doble: Claro Low E Ai/Ar + Claro Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C



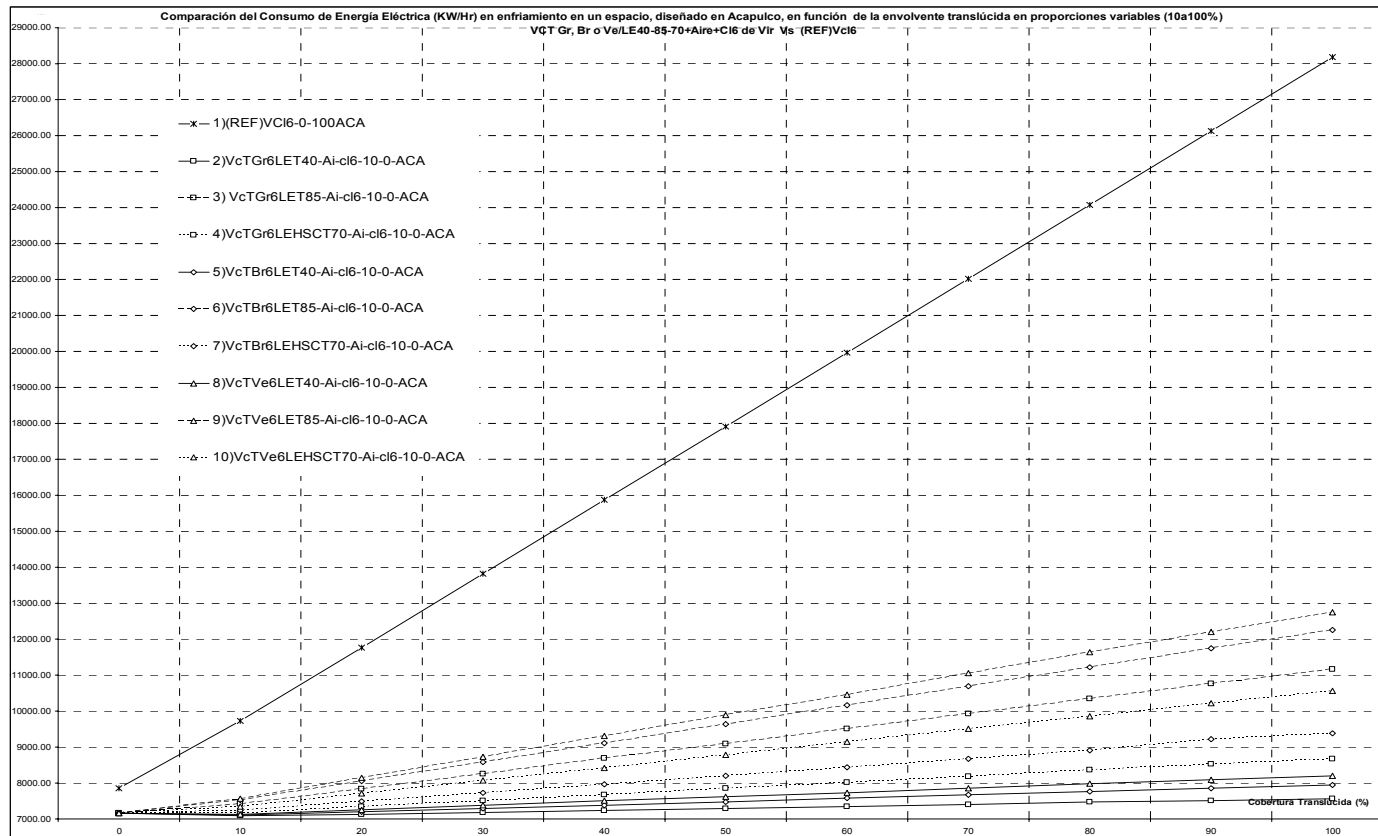
Comparación del gasto energético por Calentamiento en Vidrio Doble: Claro Low E Ai/Ar + Claro Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C



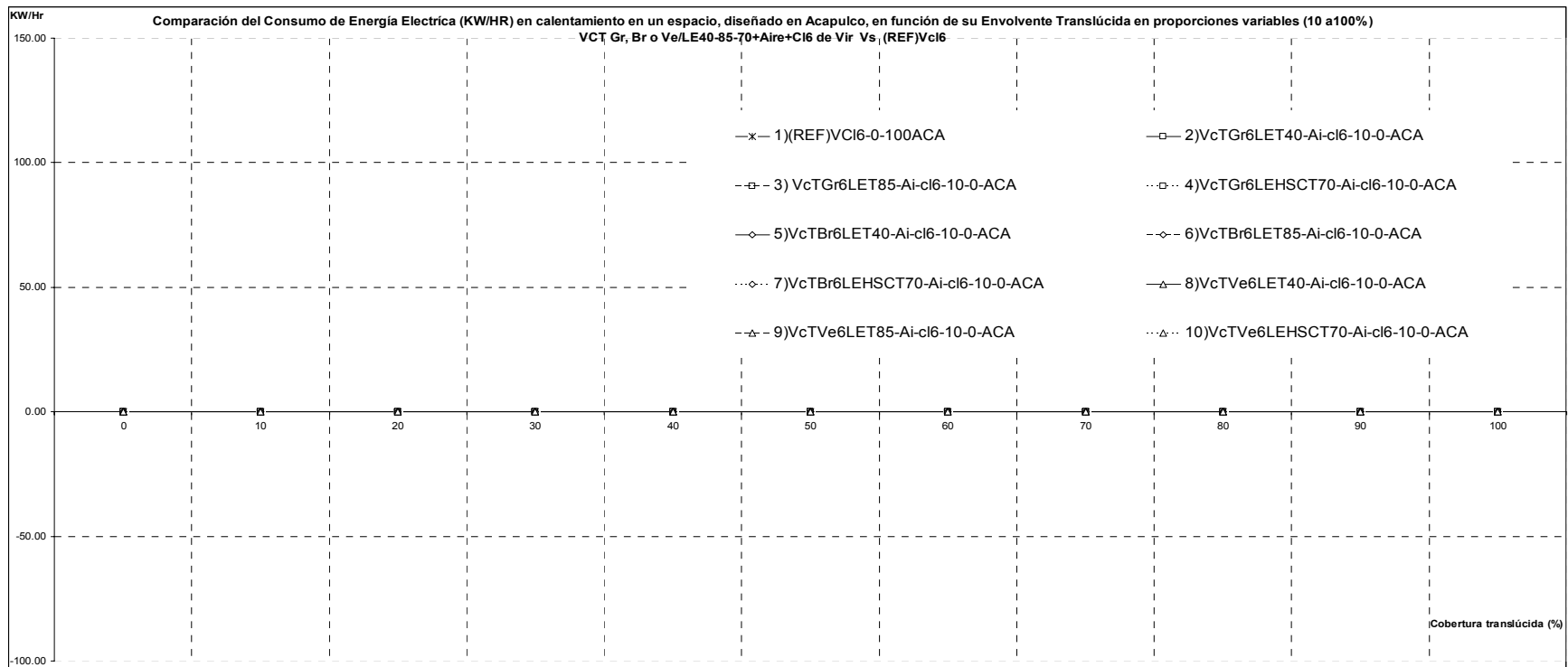
Comparación del gasto energético por Iluminación en Vidrio Doble: Claro Low E Ai/Ar + Claro Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C



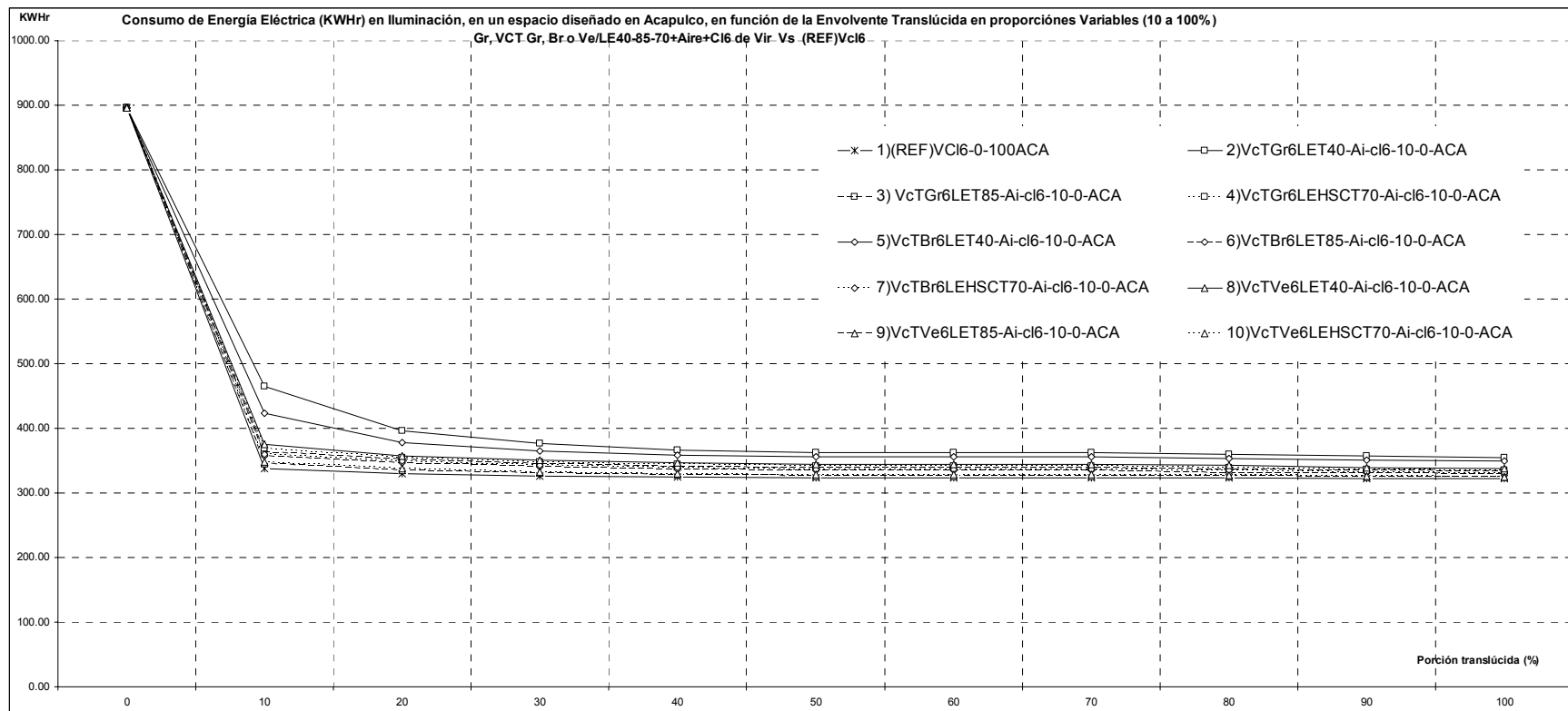
Comparación del gasto energético por Enfriamiento en Vidrio Doble: Con Tinte Low E 40-85-70 + Claro Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C



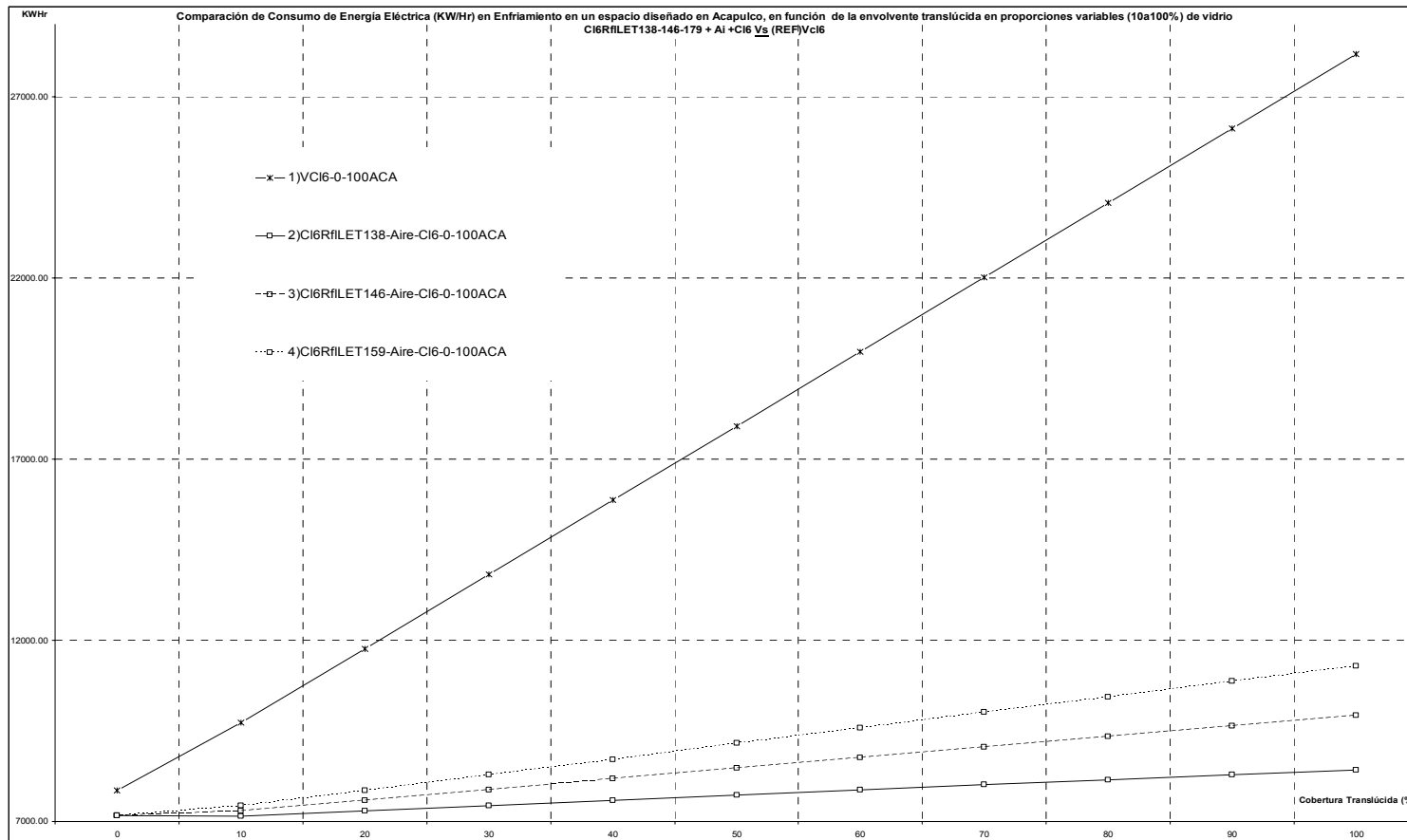
Comparación del gasto energético por Calentamiento en Vidrio Doble: Con Tinte Low E 40-85-70 + Claro Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C



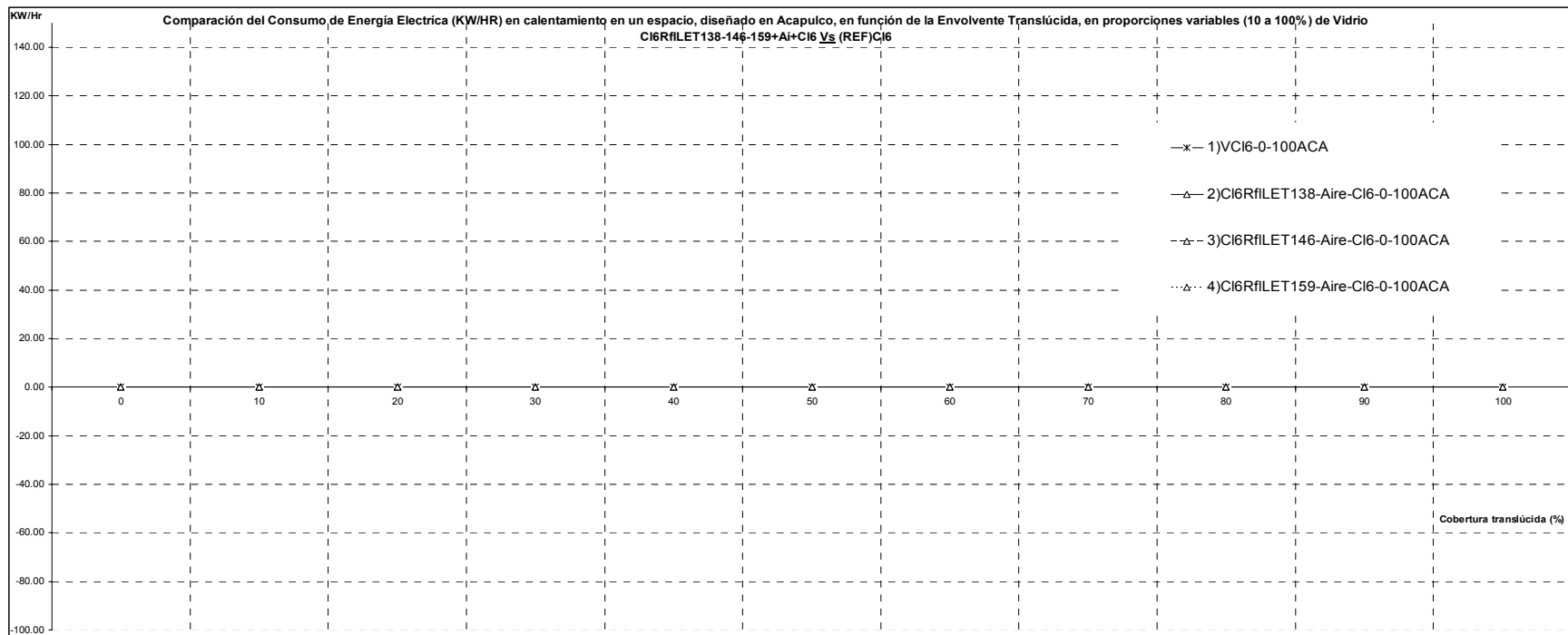
Comparación del gasto energético por Iluminación en Vidrio Doble: Con Tinte Low E 40-85-70 + Claro Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C



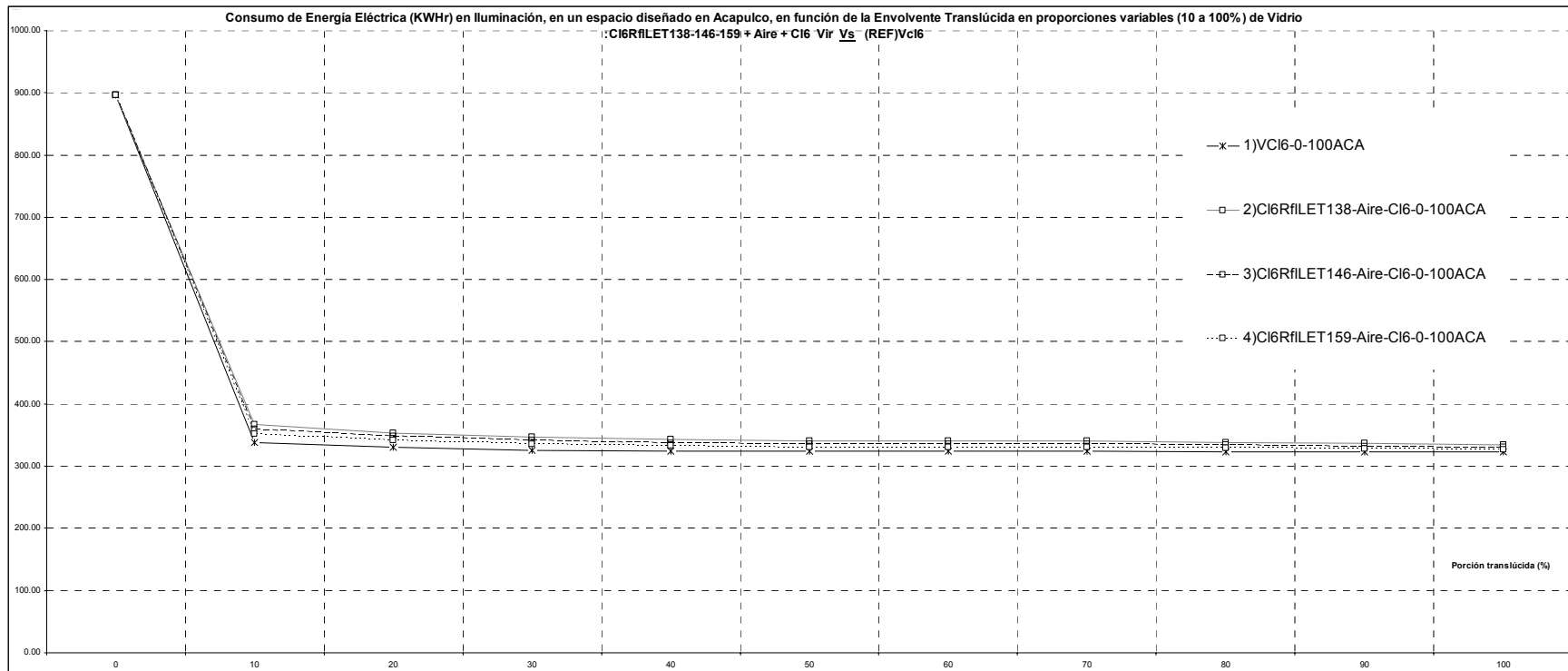
Comparación del gasto energético por Enfriamiento en Vidrio Doble: Reflejante Low E 138-146-159 + Claro Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C



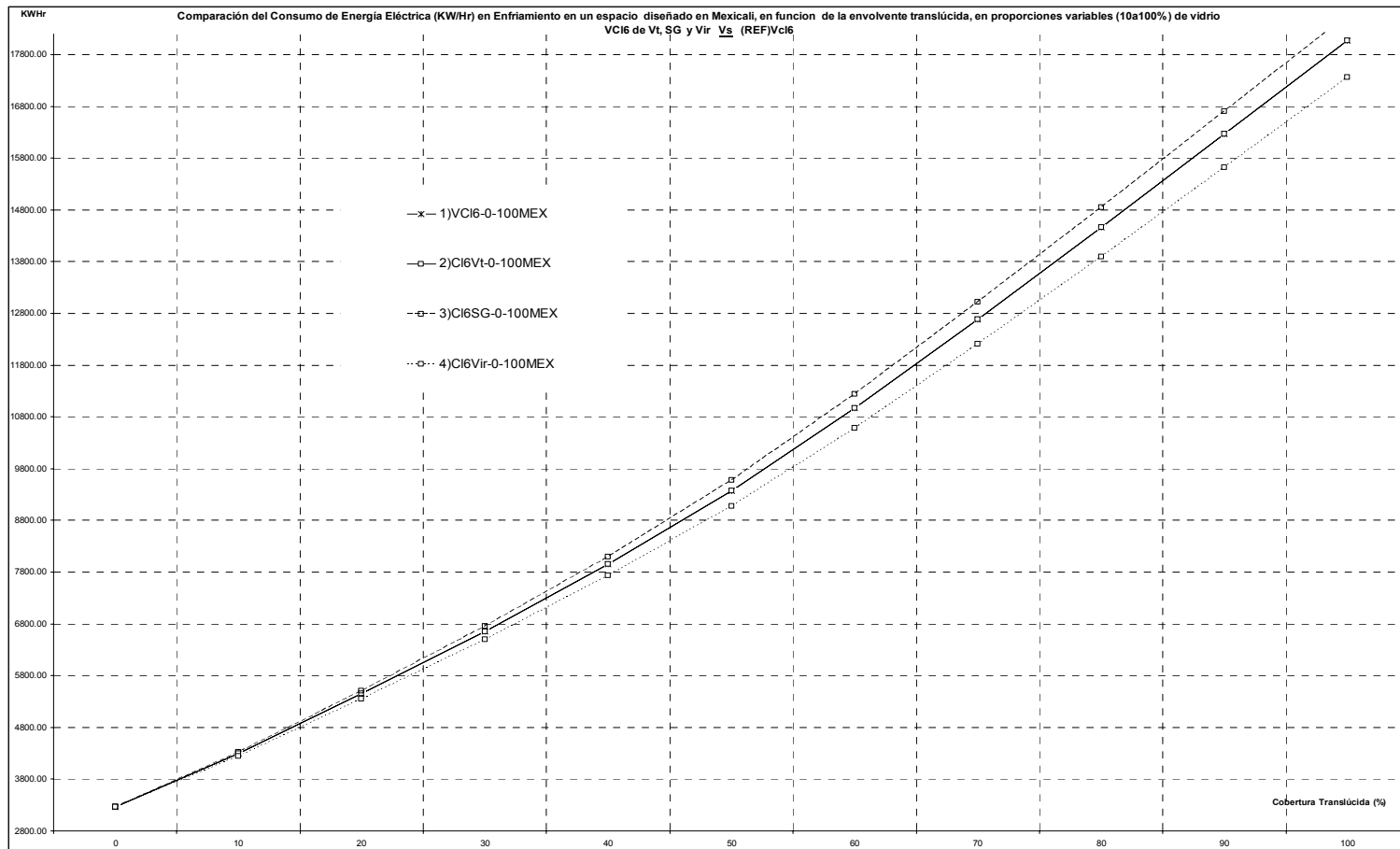
Comparación del gasto energético por Calentamiento en Vidrio Doble: Reflejante Low E 138-146-159 + Claro Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C



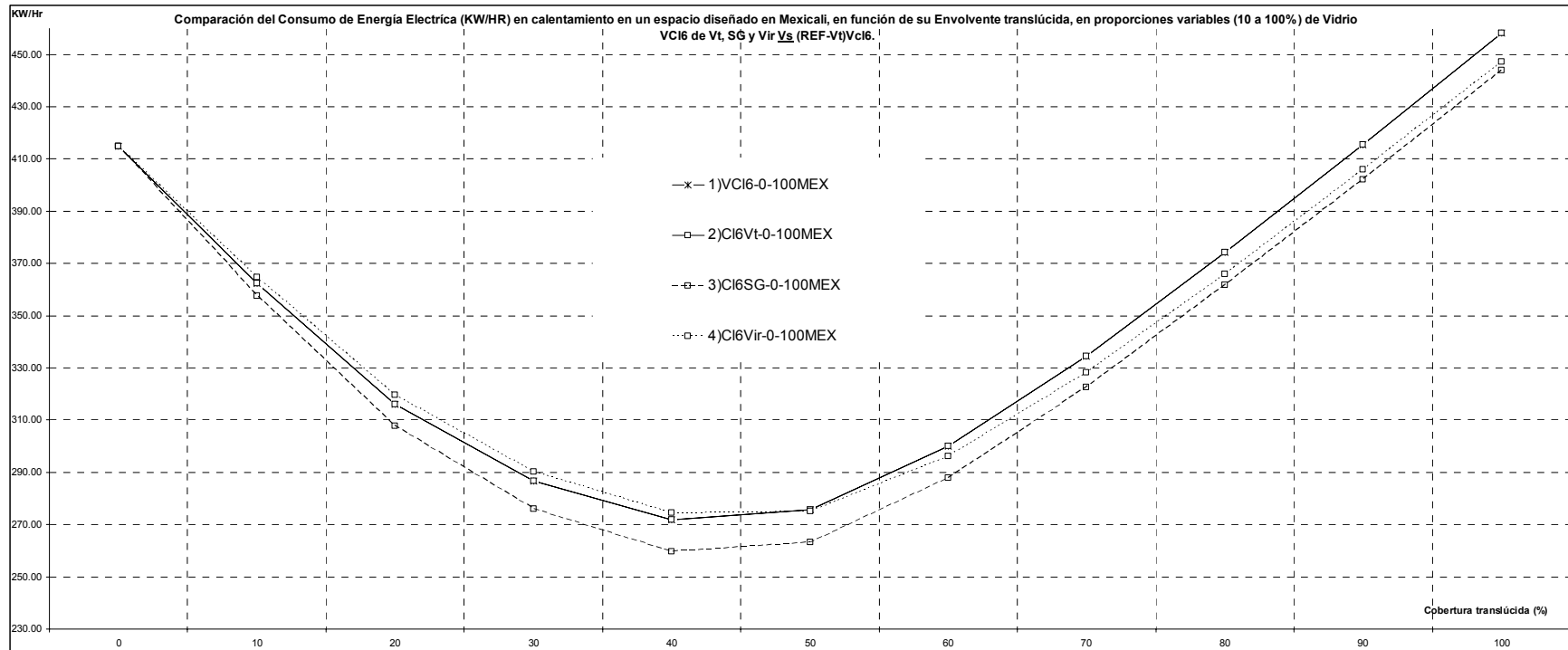
Comparación del gasto energético por iluminación en Vidrio Doble: Reflejante Low E 138-146-159 + Claro Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C



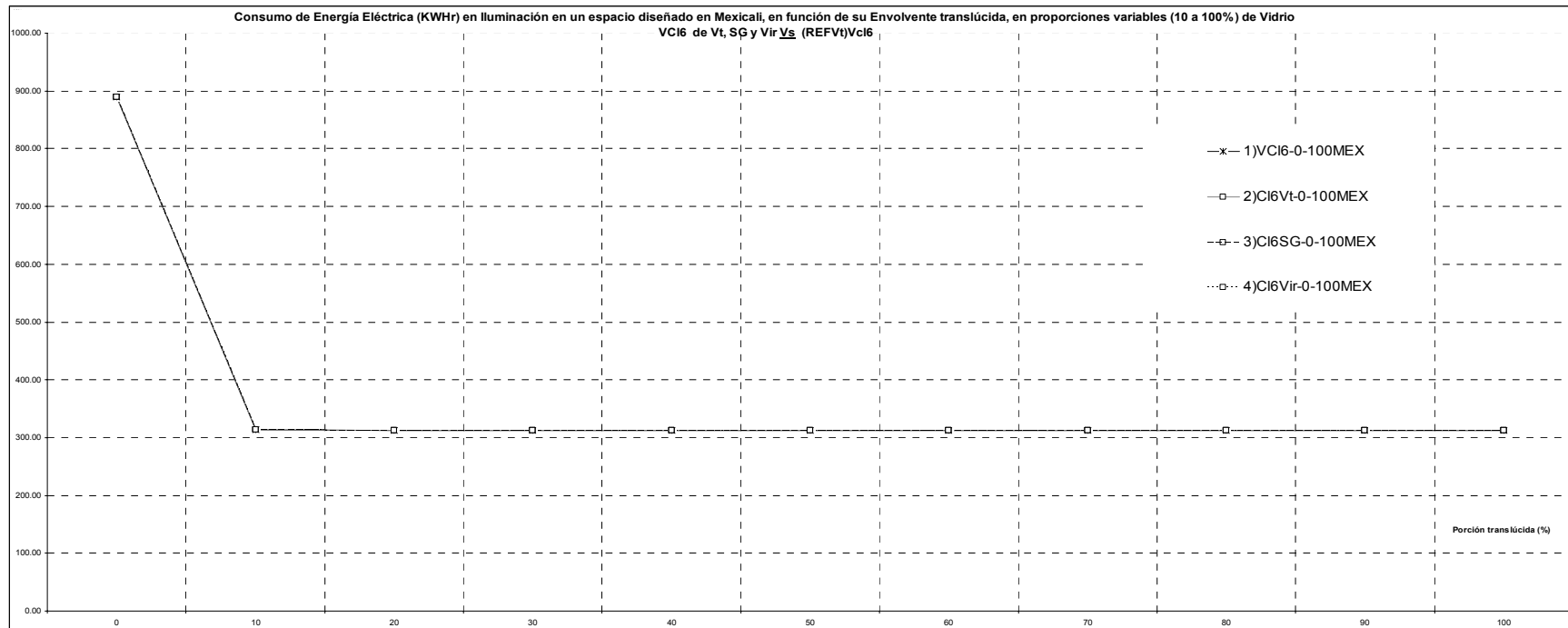
Comparación del gasto energético por Enfriamiento en Vidrio Claro Monolítico Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C



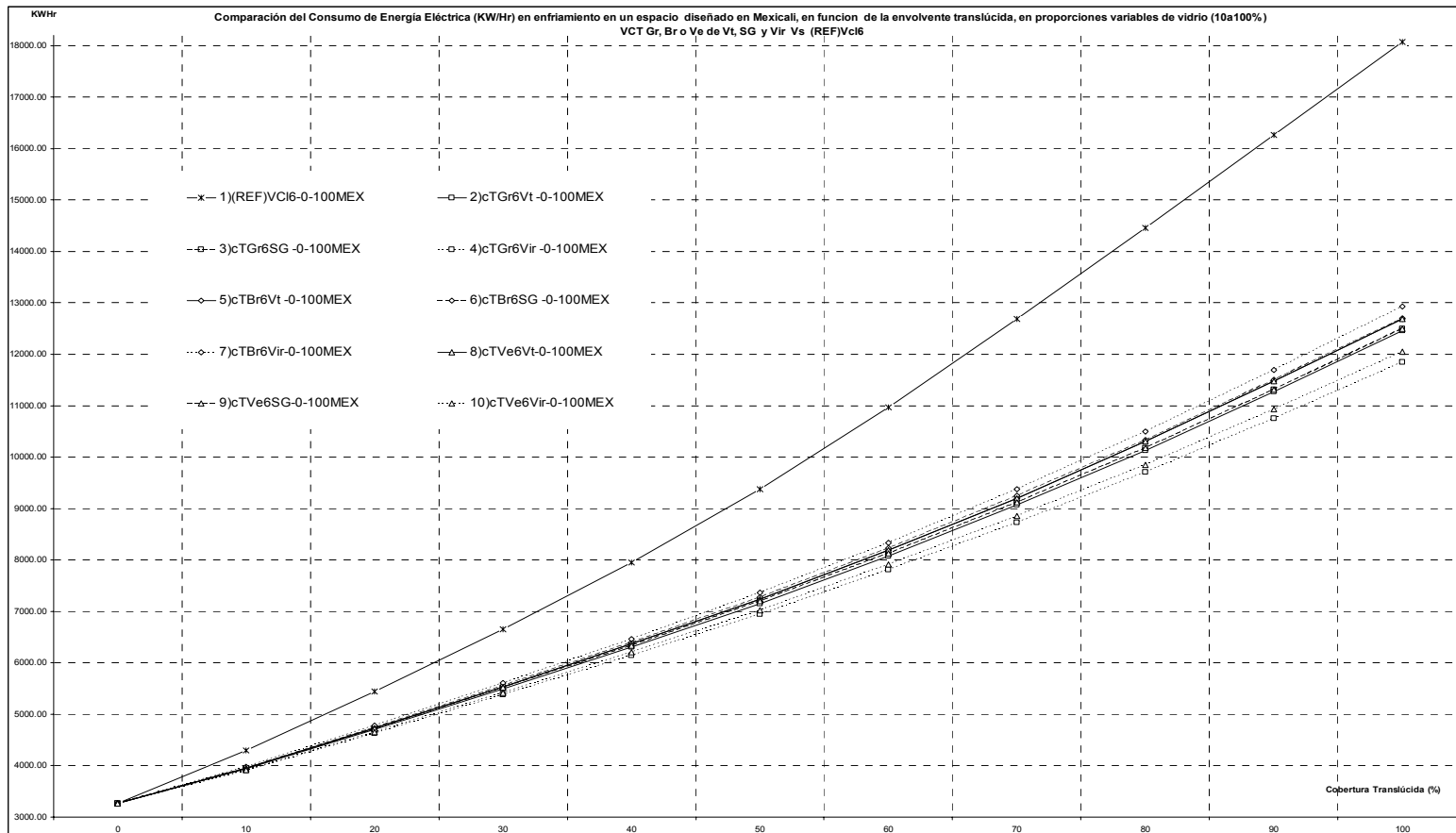
Comparación del gasto energético por Calentamiento en Vidrio Claro Monolítico Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C



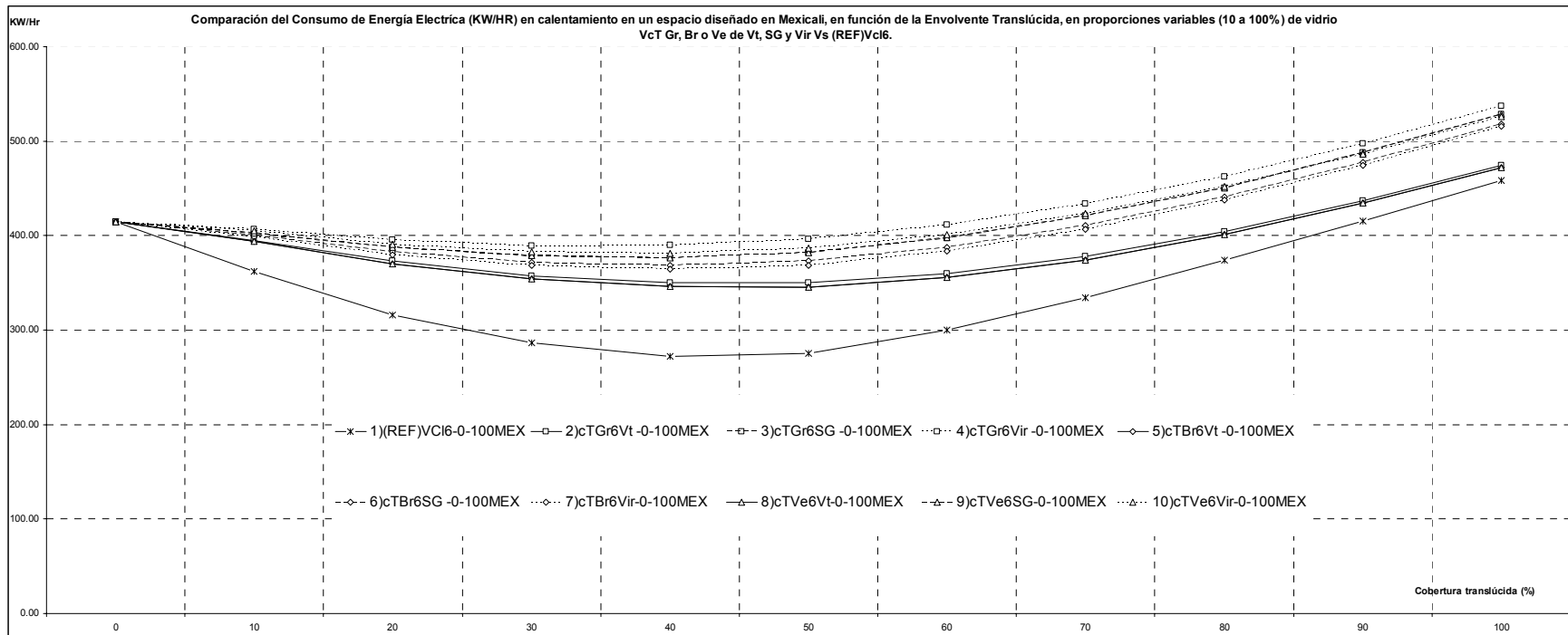
Comparación del gasto energético por Iluminación en Vidrio Claro Monolítico Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C



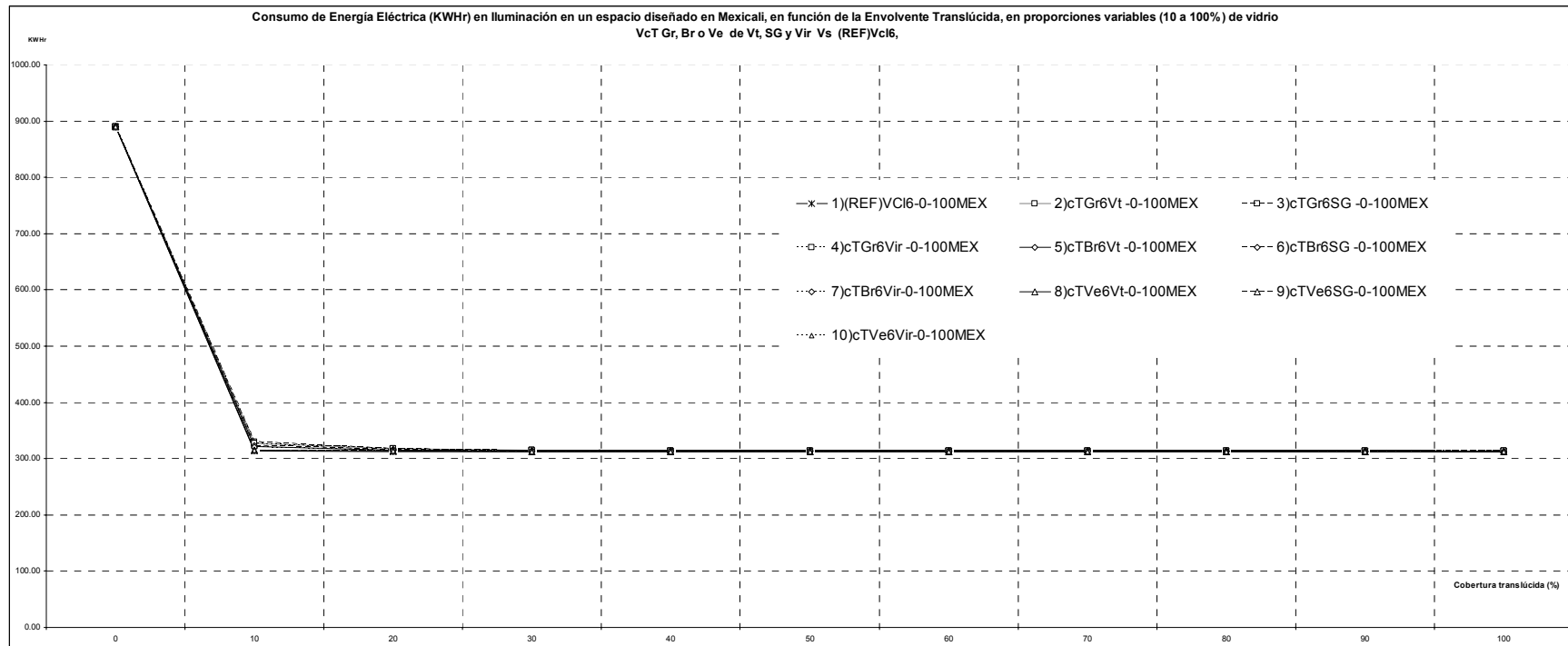
Comparación del gasto energético por Enfriamiento en Vidrio Con tinte Monolítico Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C



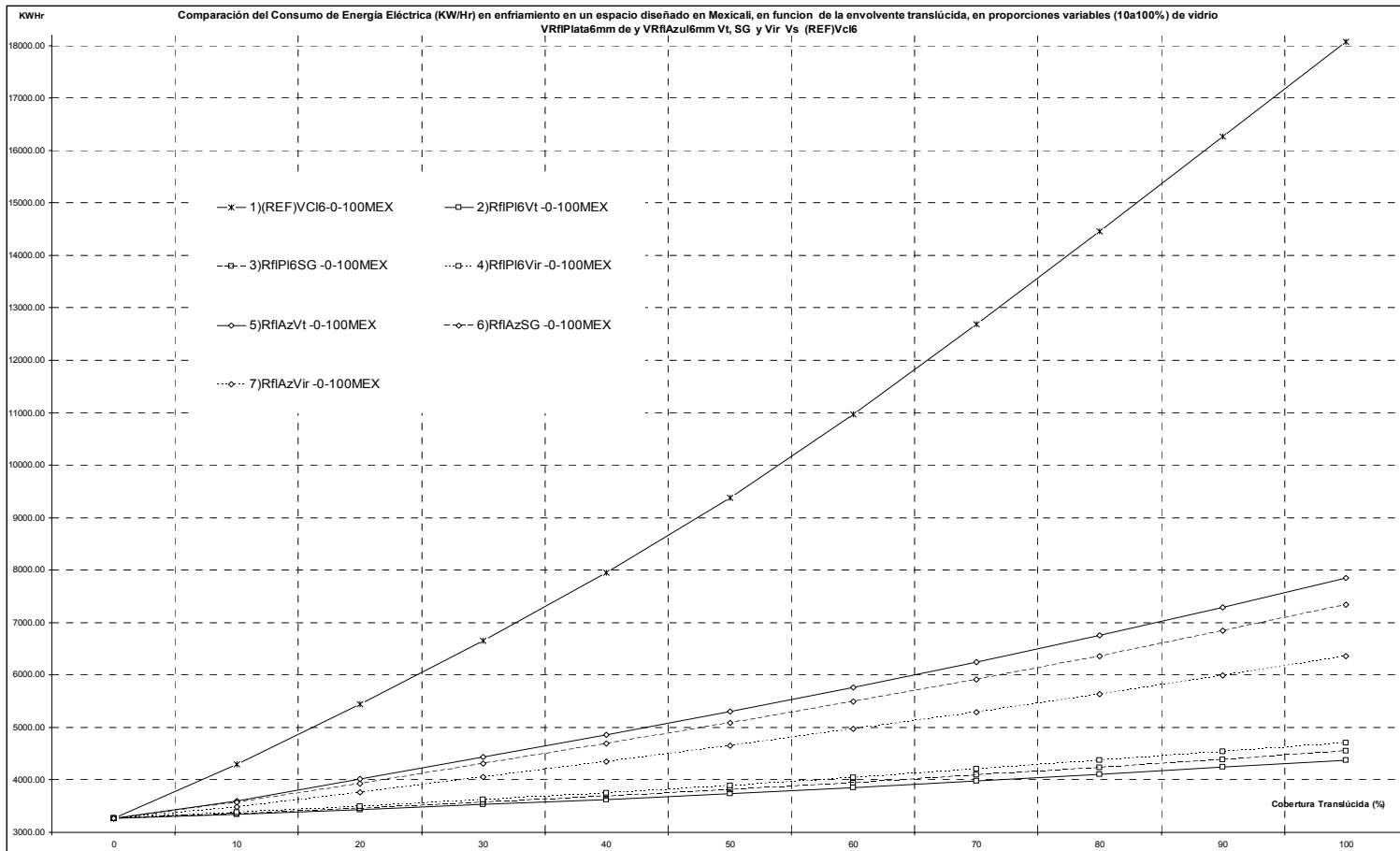
Comparación del gasto energético por Calentamiento en Vidrio Con Tinte Monolítico Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C



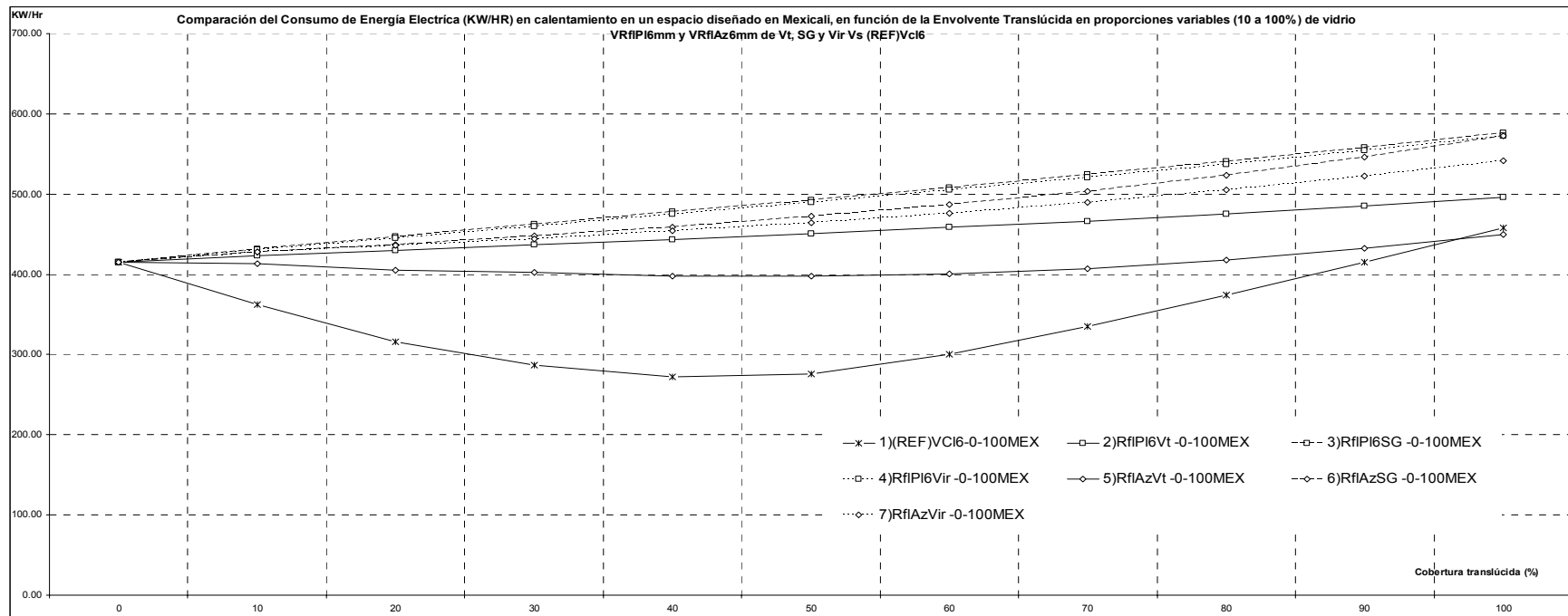
Comparación del gasto energético por Iluminación en Vidrio Con Tinte Monolítico Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C



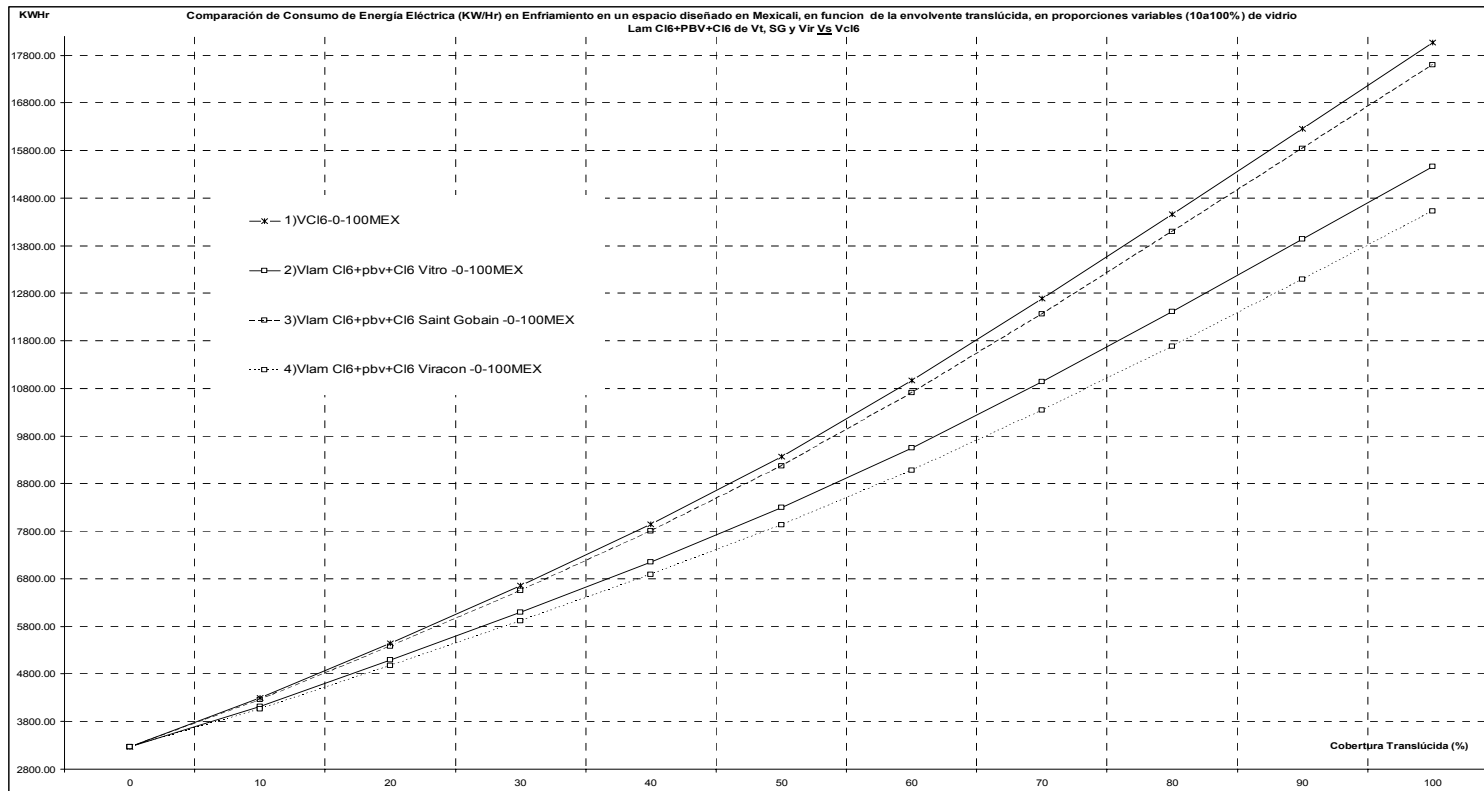
Comparación del gasto energético por Enfriamiento en Vidrio Reflejante Monolítico Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C



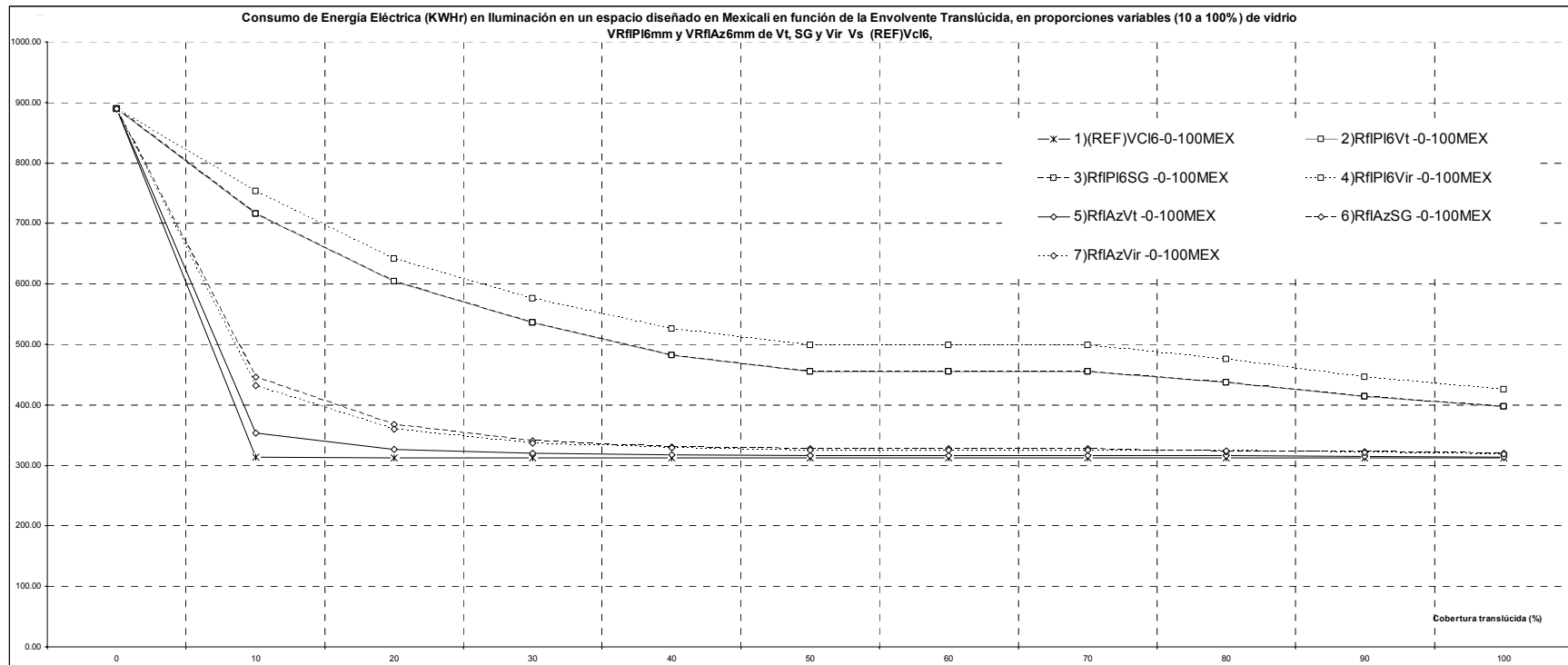
Comparación del gasto energético por Calentamiento en Vidrio Reflejante Monolítico Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C



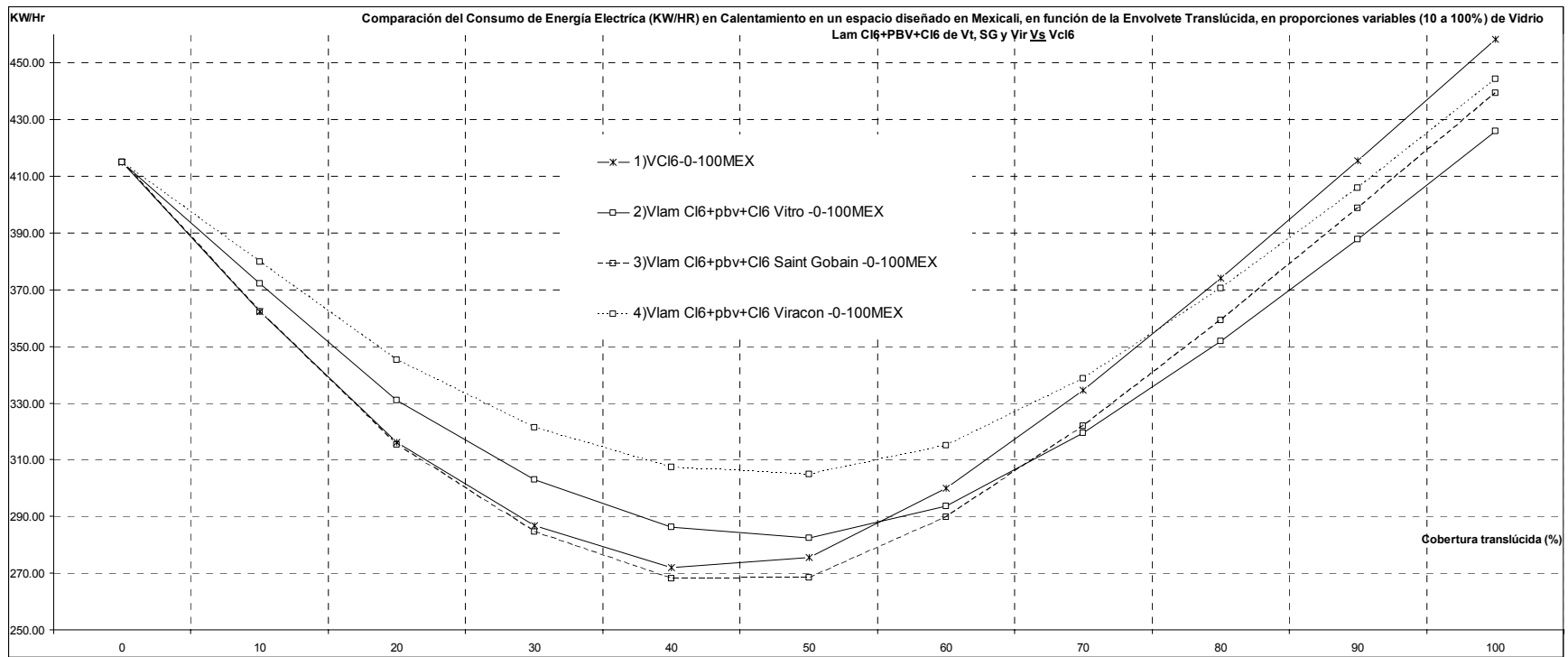
Comparación del gasto energético por Iluminación en Vidrio Reflejante Monolítico Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C



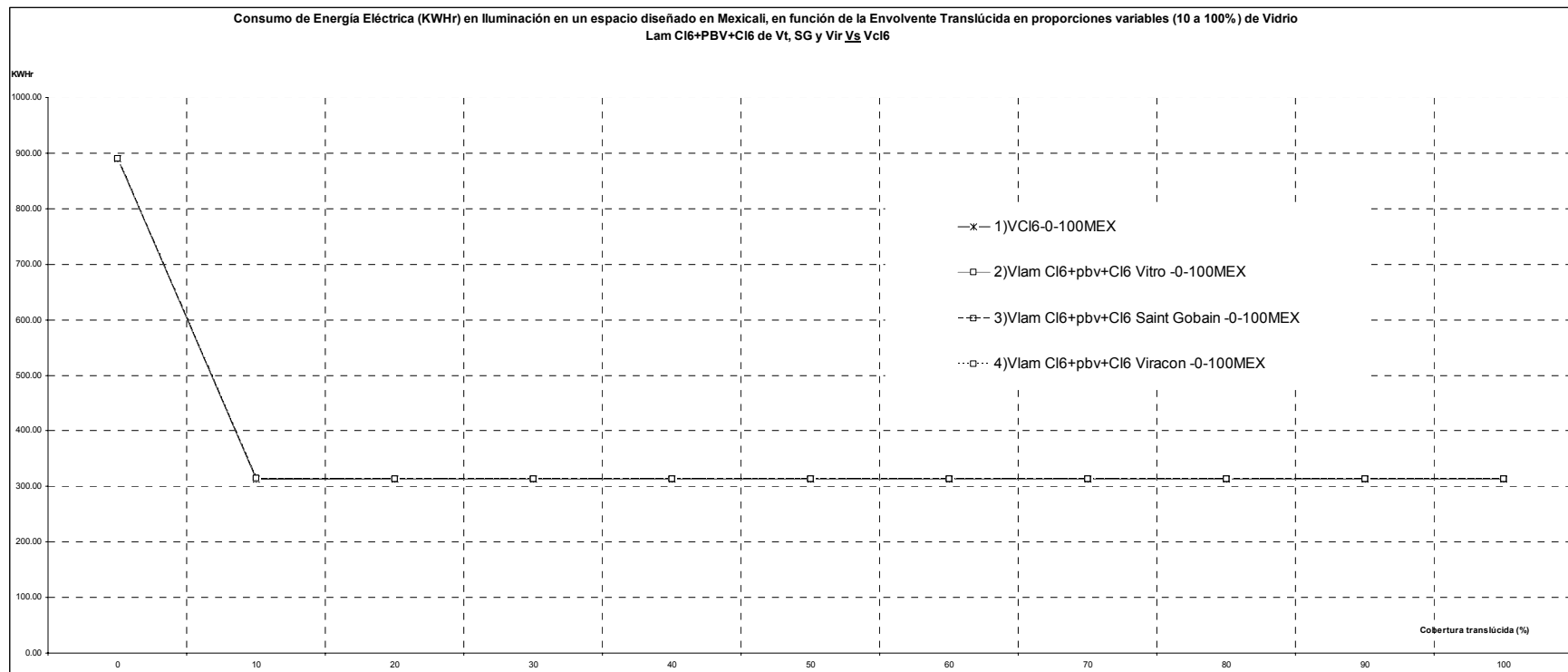
Comparación del gasto energético por Enfriamiento en Vidrio Doble: Laminado Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C

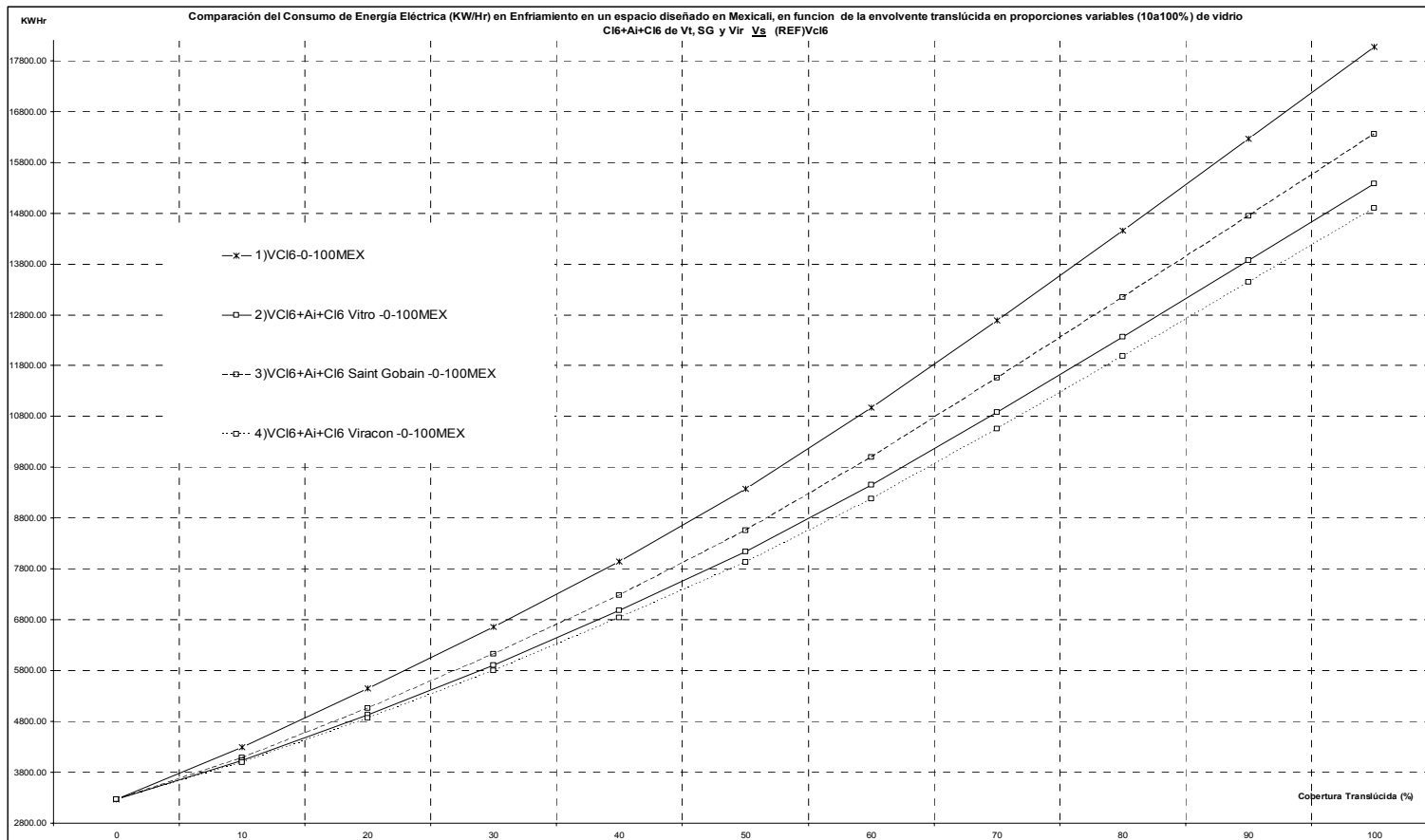


Comparación del gasto energético por Calentamiento en Vidrio Doble: Laminado Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C

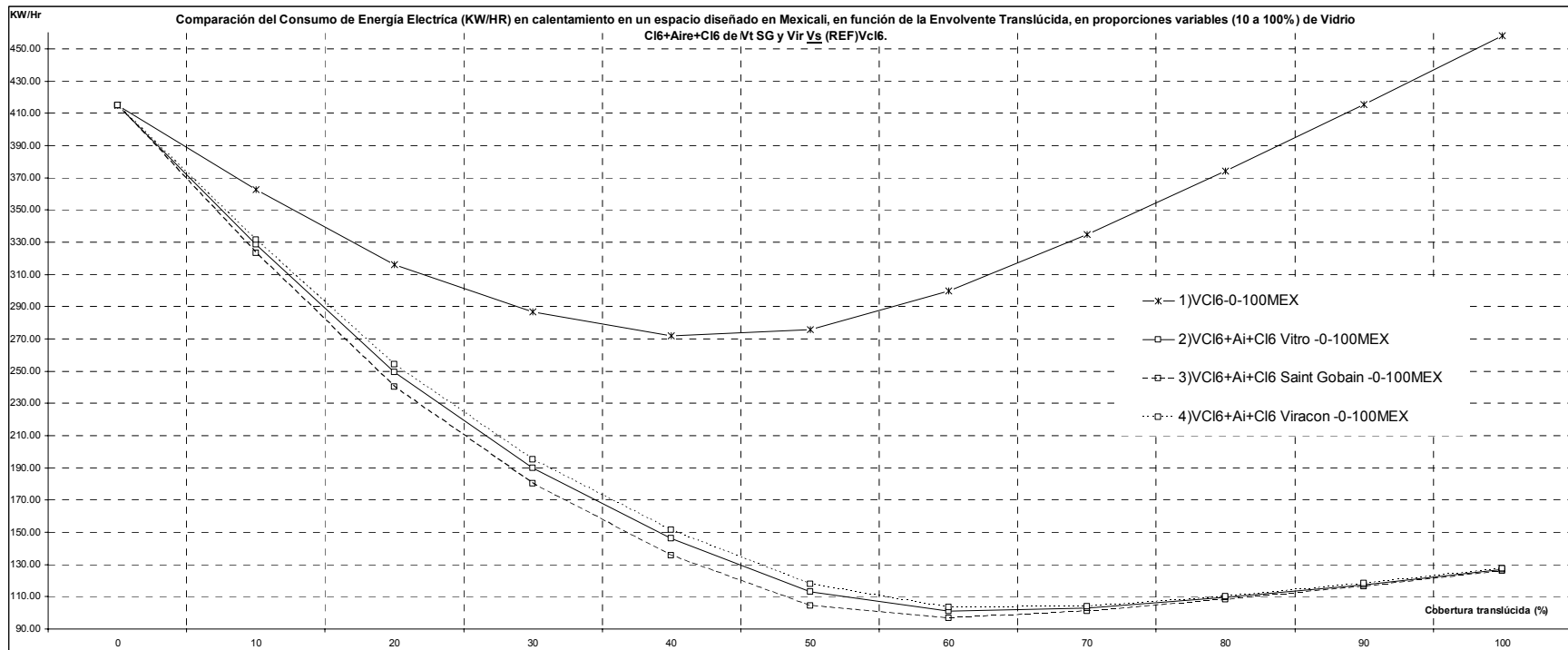


Comparación del gasto energético por Iluminación en Vidrio Doble: Laminado Vs Vidrio Claro 6mm.



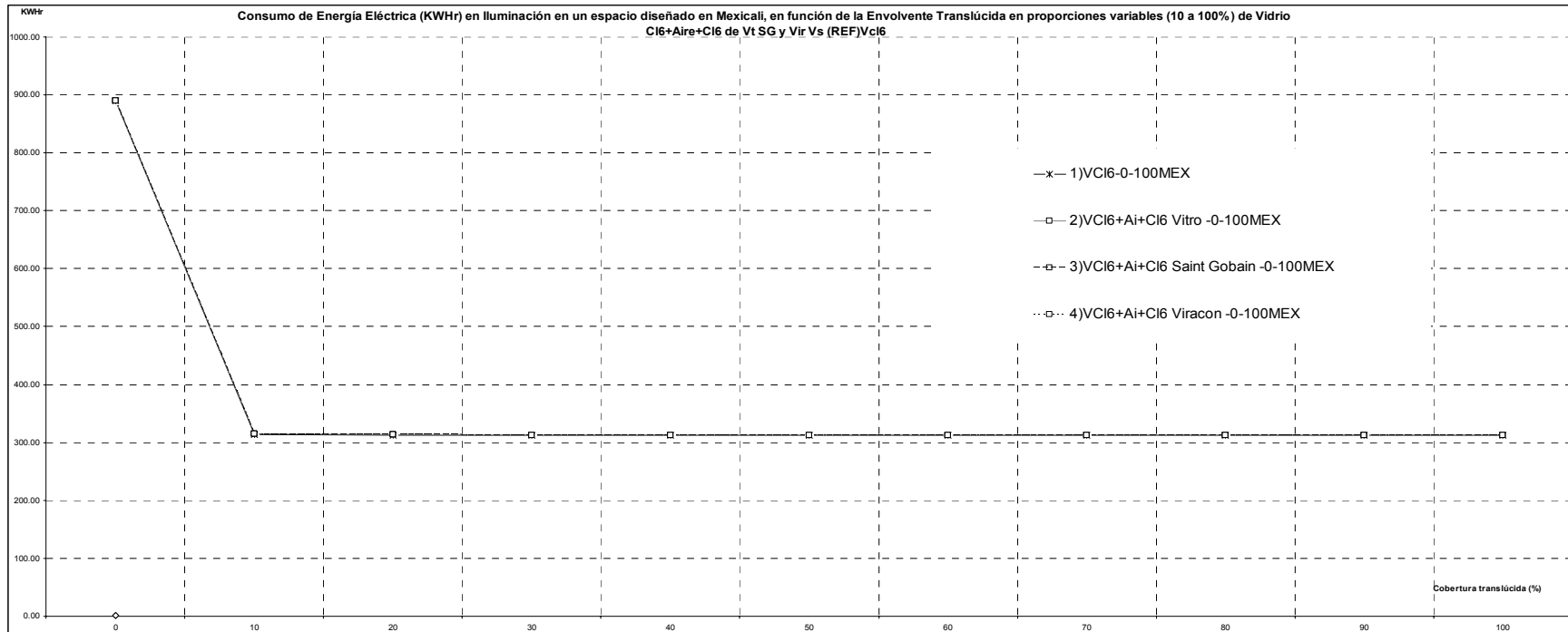
Comparación del gasto energético por Enfriamiento en Vidrio Doble: Claro Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C



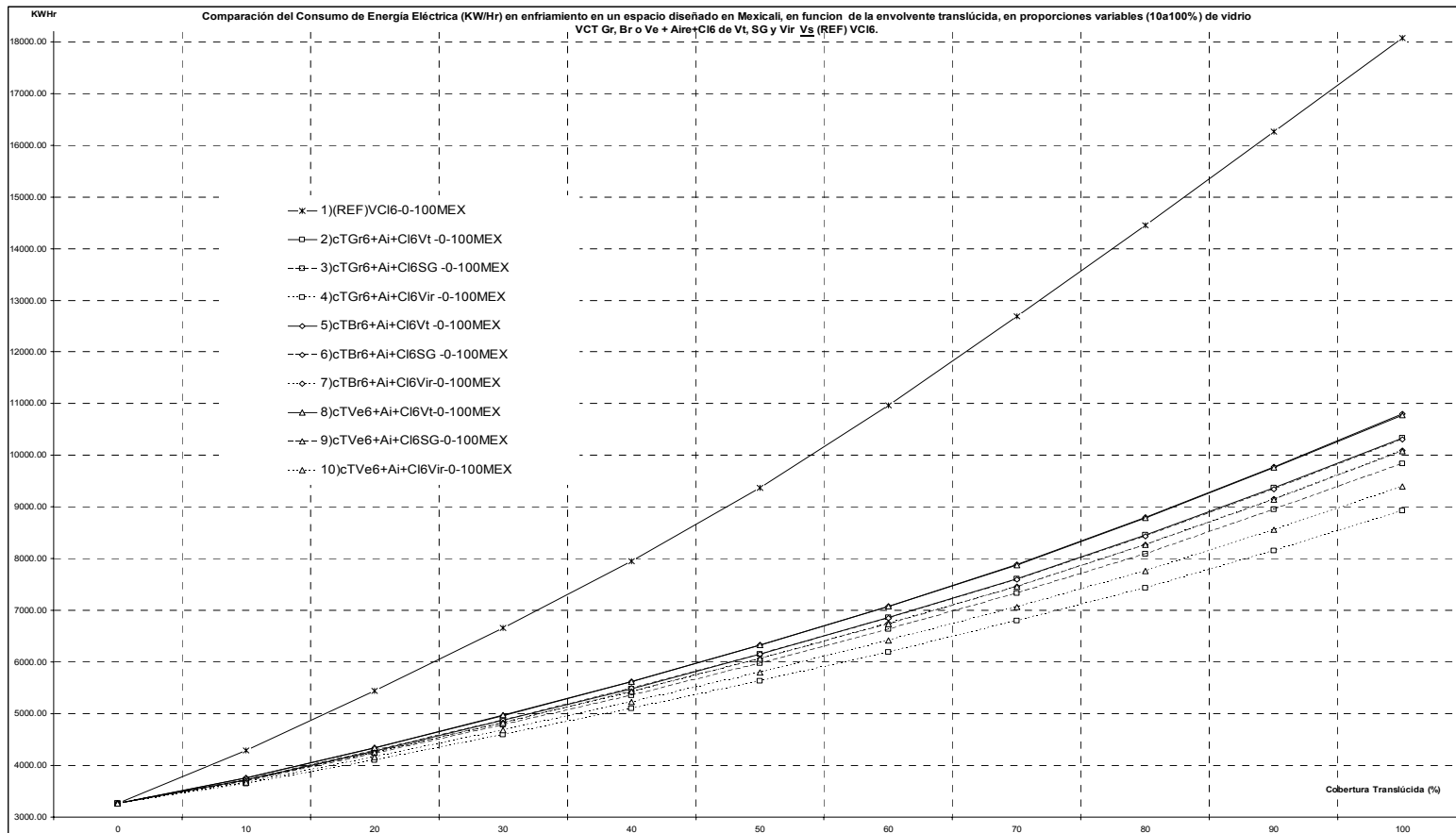
Comparación del gasto energético por Calentamiento en Vidrio Doble: Claro Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C



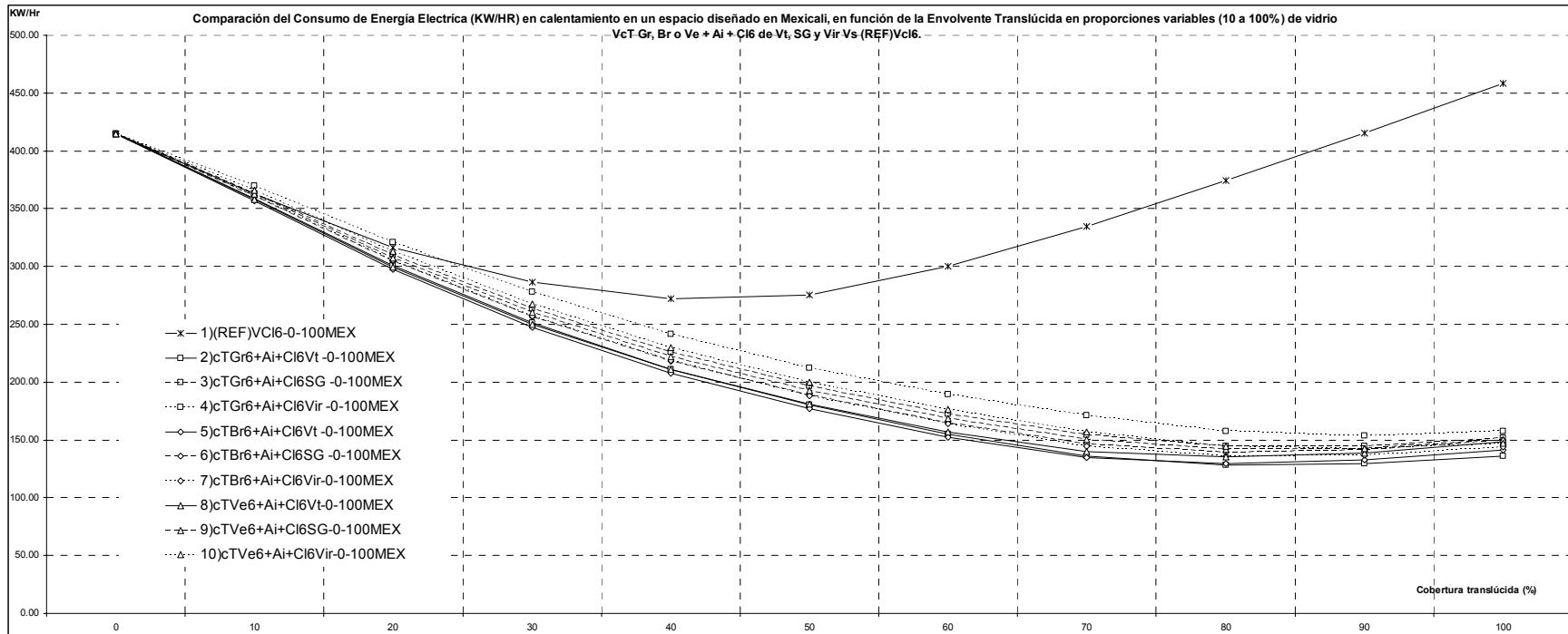
Comparación del gasto energético por iluminación en Vidrio Doble: Claro Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C



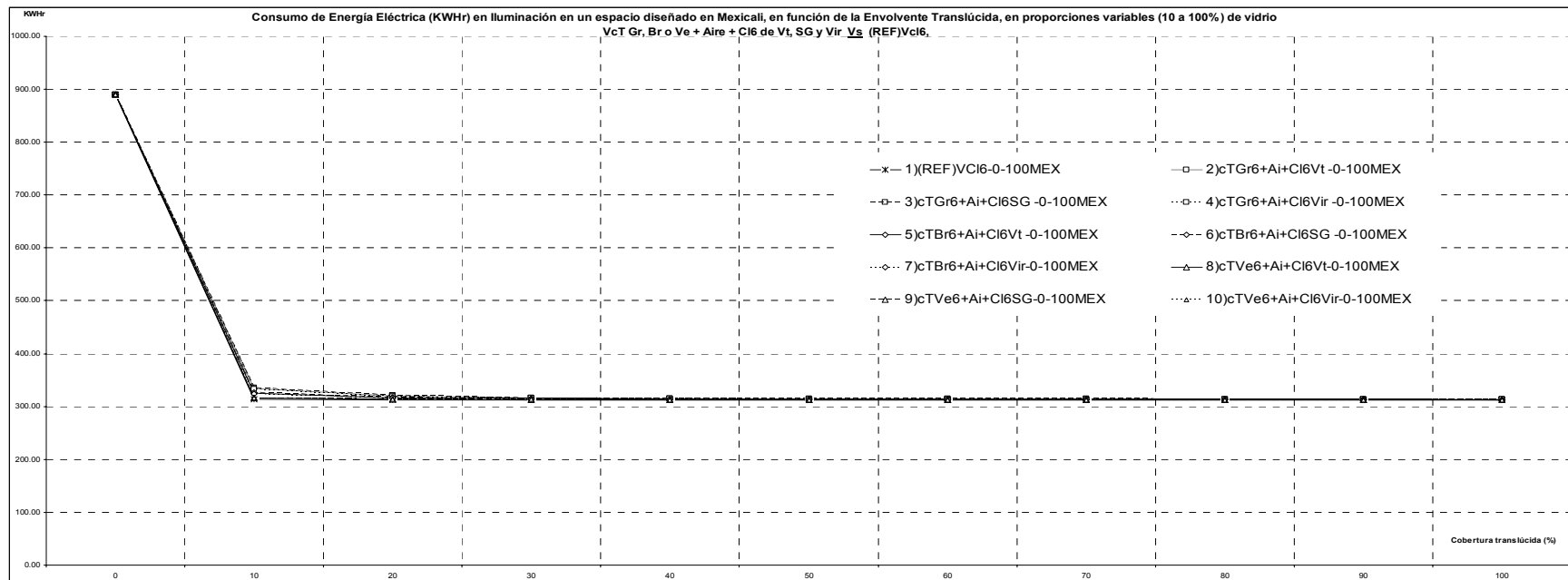
Comparación del gasto energético por Enfriamiento en Vidrio Doble: Con Tinte + Claro Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C



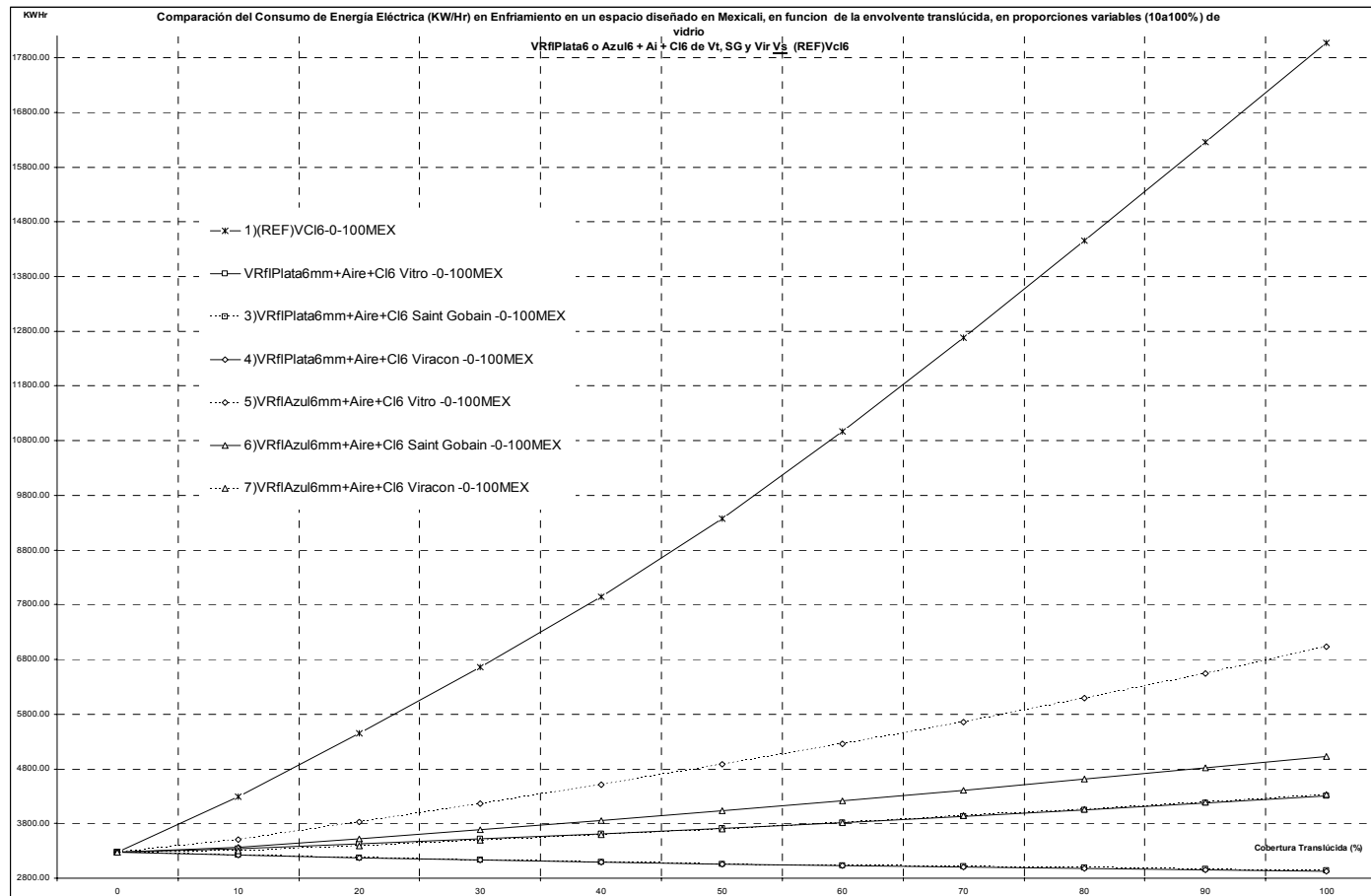
Comparación del gasto energético por Calentamiento en Vidrio Doble: Con Tinte + Claro Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C



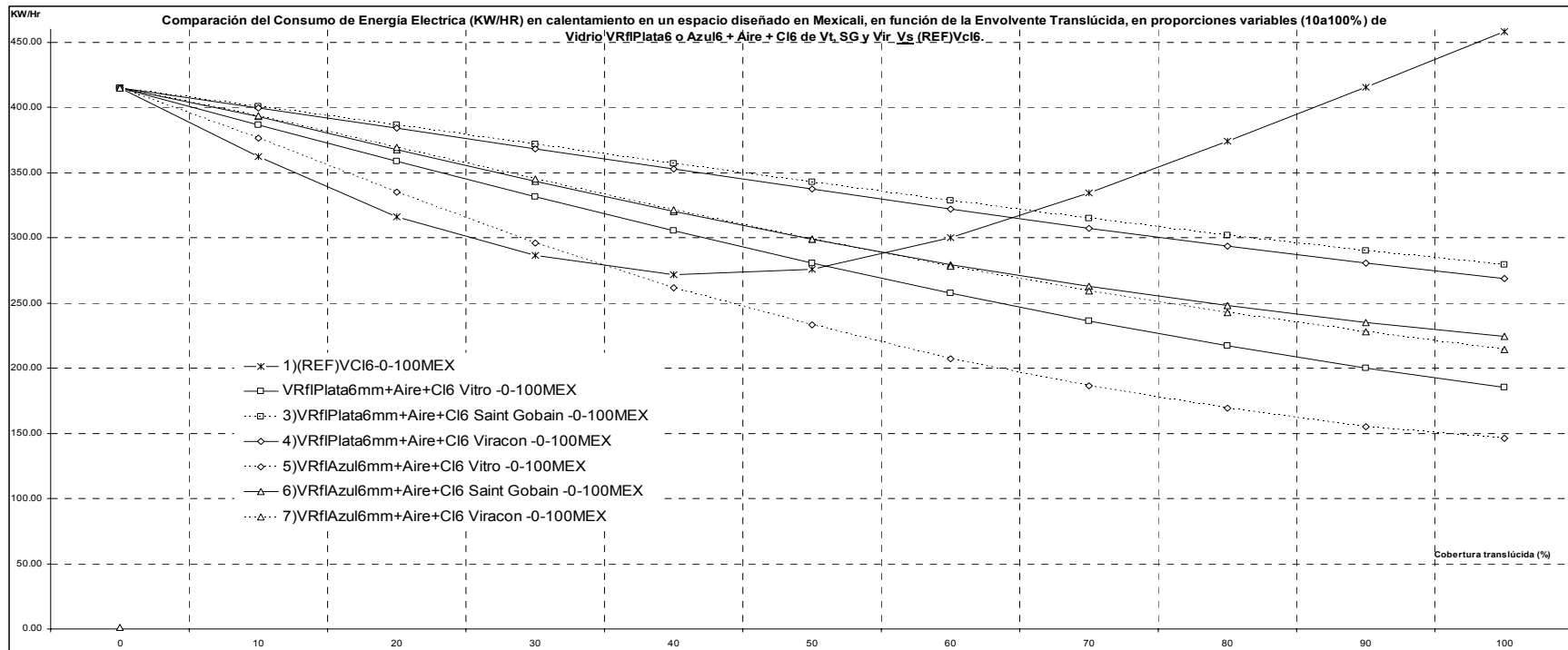
Comparación del gasto energético por Iluminación en Vidrio Doble: Con tinte + Claro Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C



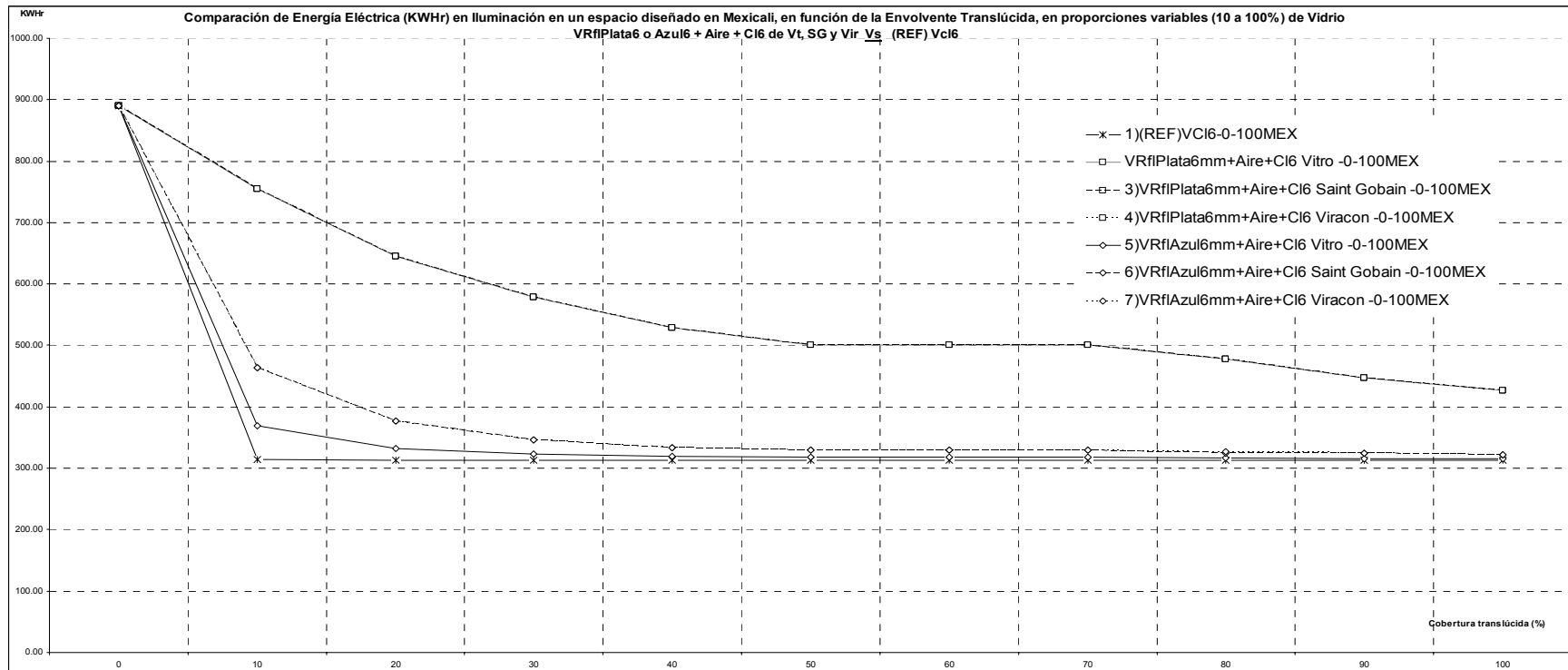
Comparación del gasto energético por Enfriamiento en Vidrio Doble: Reflejante + Claro Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C



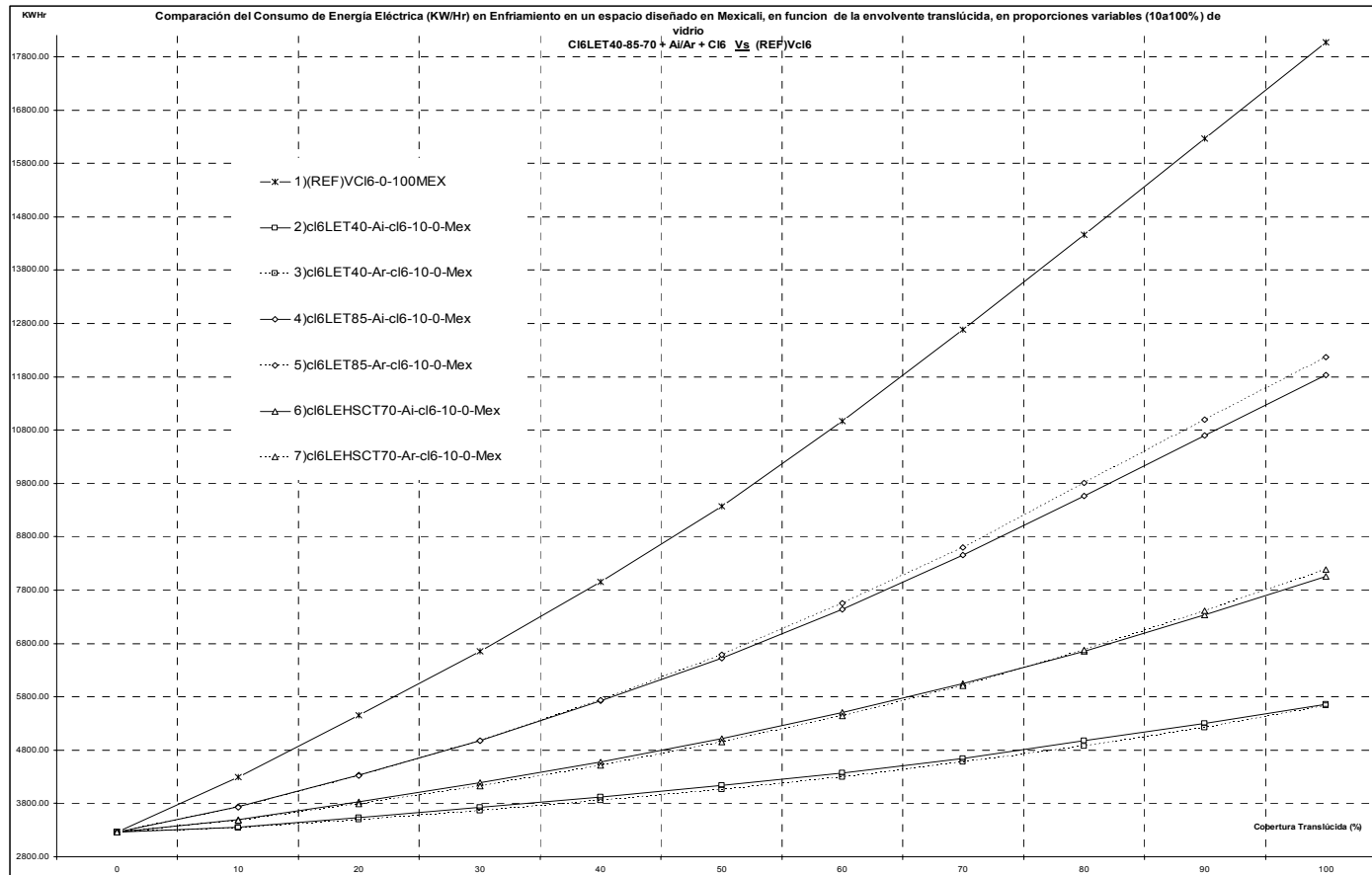
Comparación del gasto energético por Calentamiento en Vidrio Doble: Reflejante + Claro Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C



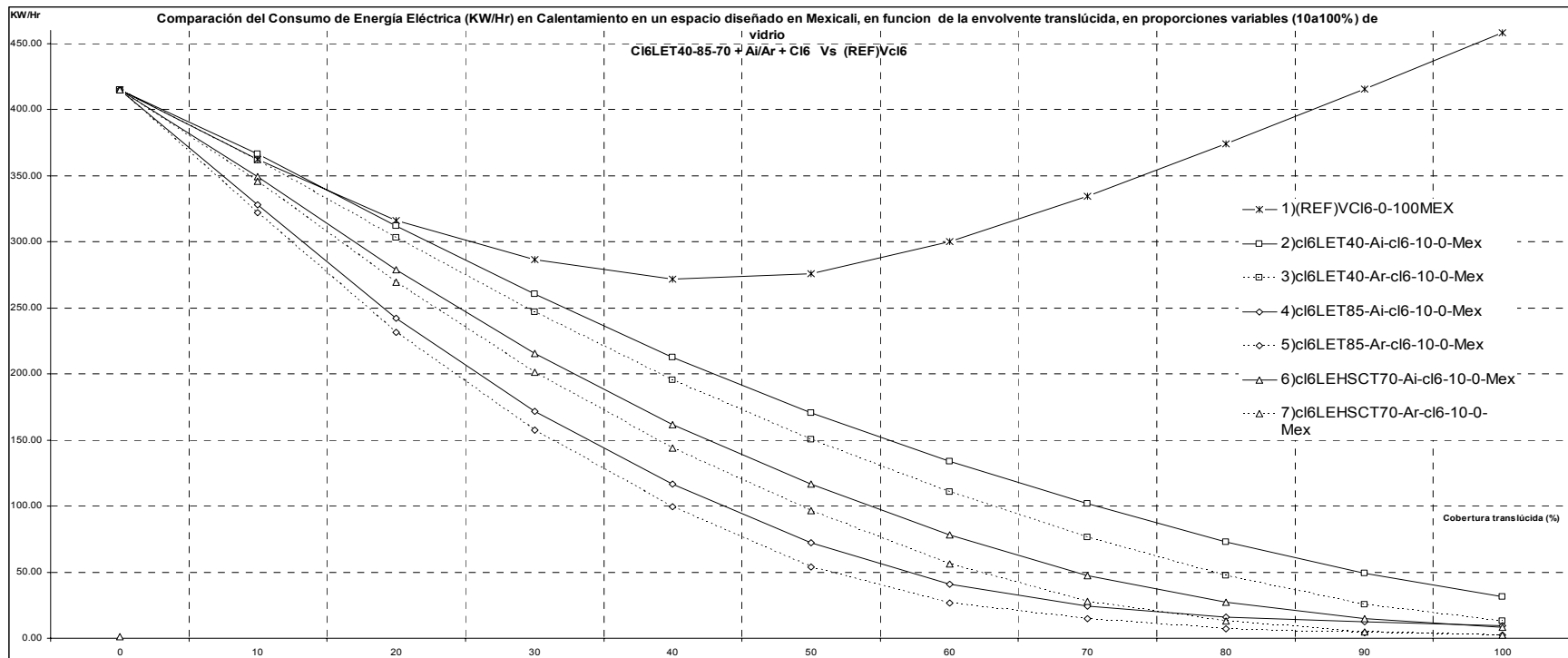
Comparación del gasto energético por Iluminación en Vidrio Doble: Reflejante + Claro Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C



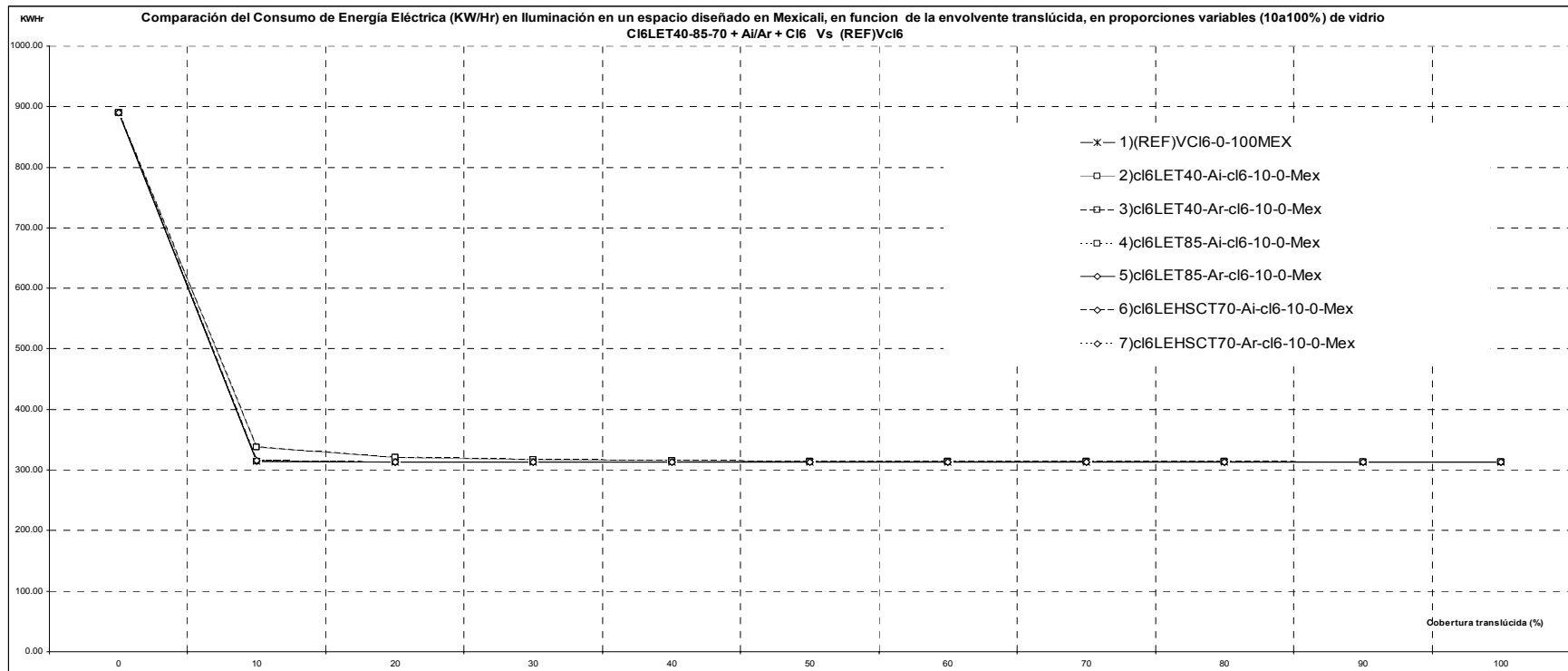
Comparación del gasto energético por Enfriamiento en Vidrio Doble: Claro Low E Ai/Ar + Claro Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C

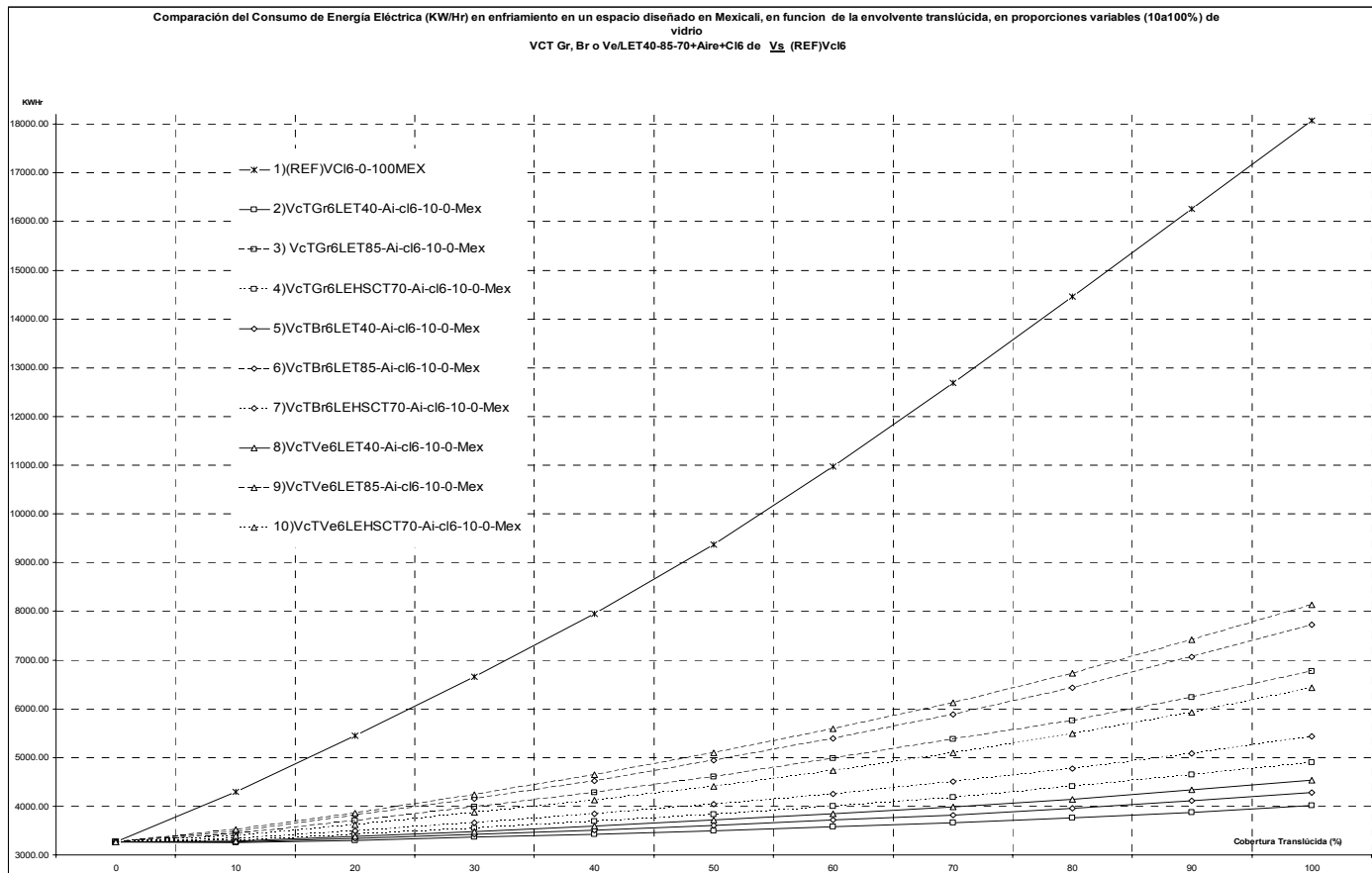


Comparación del gasto energético por Calentamiento en Vidrio Doble: Claro Low E Ai/Ar + Claro Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C

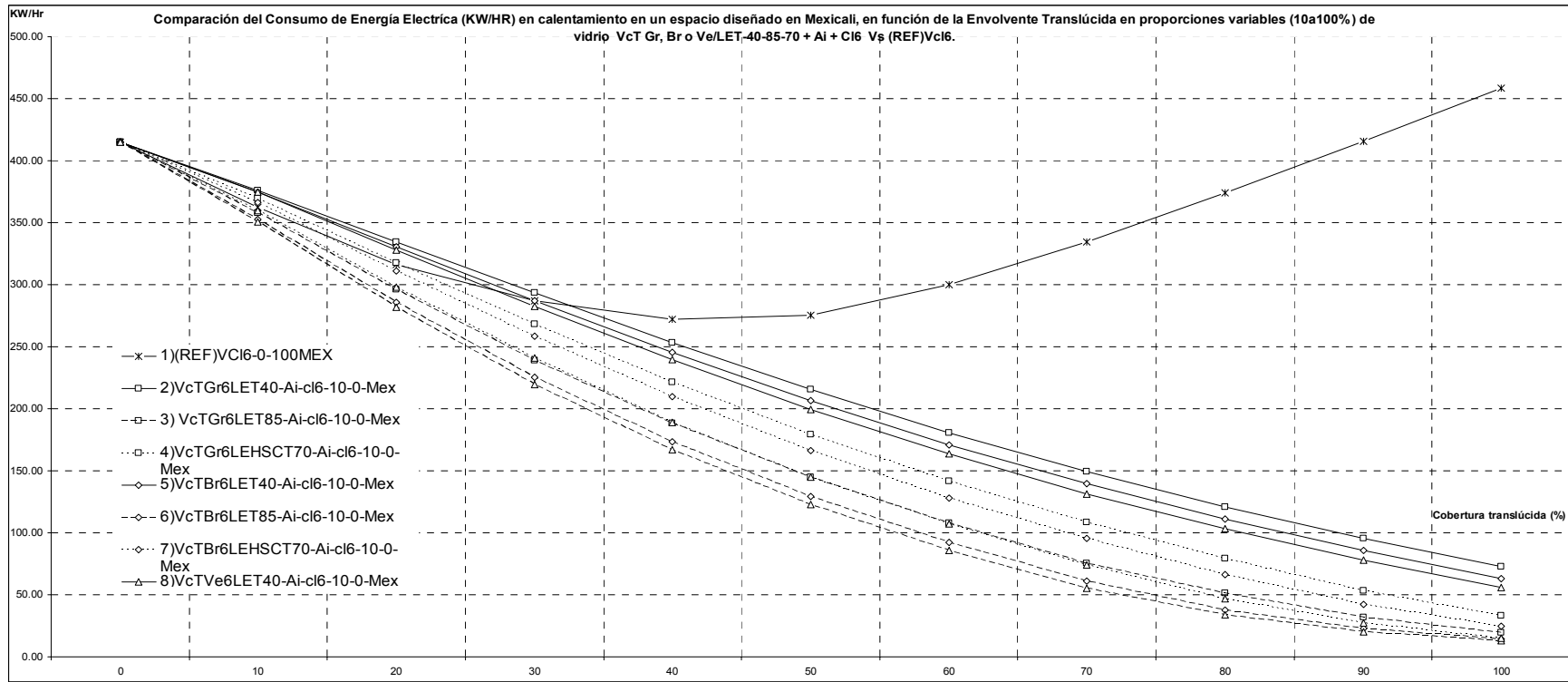


Comparación del gasto energético por Iluminación en Vidrio Doble: Claro Low E Ai/Ar + Claro Vs Vidrio Claro 6mm.



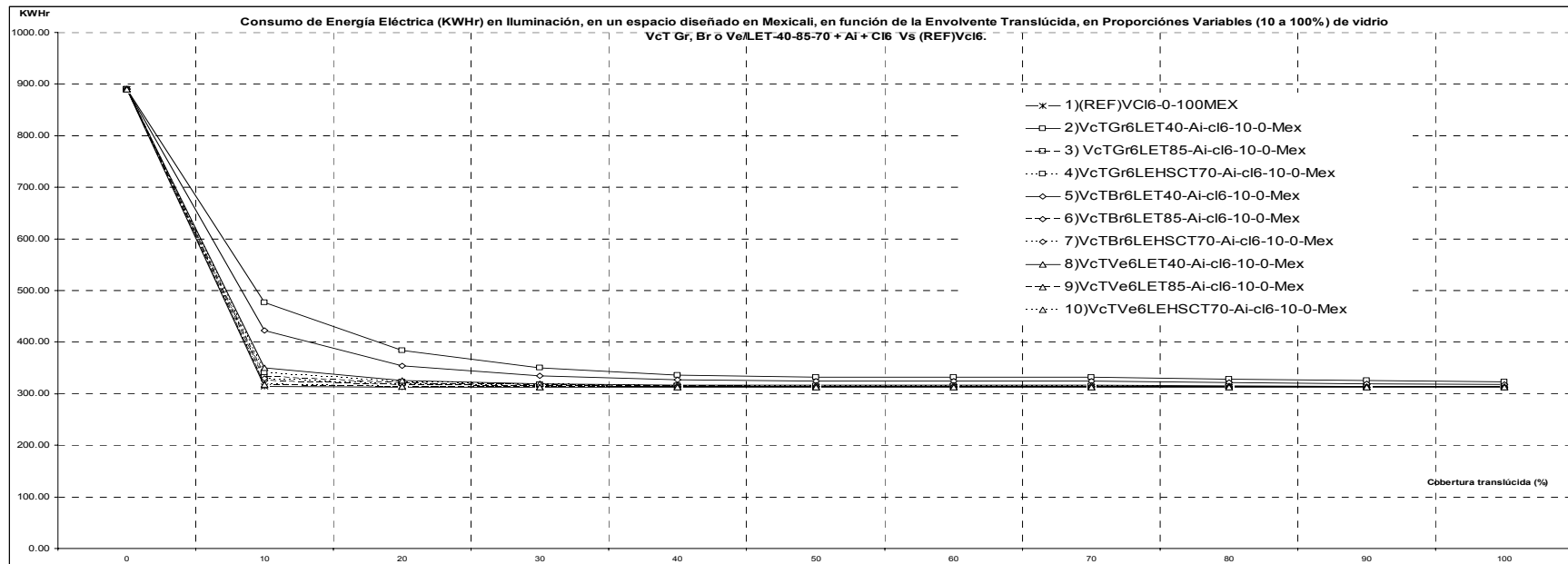
Comparación del gasto energético por Enfriamiento en Vidrio Doble: Con Tinte Low E 40-85-70 + Claro Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C



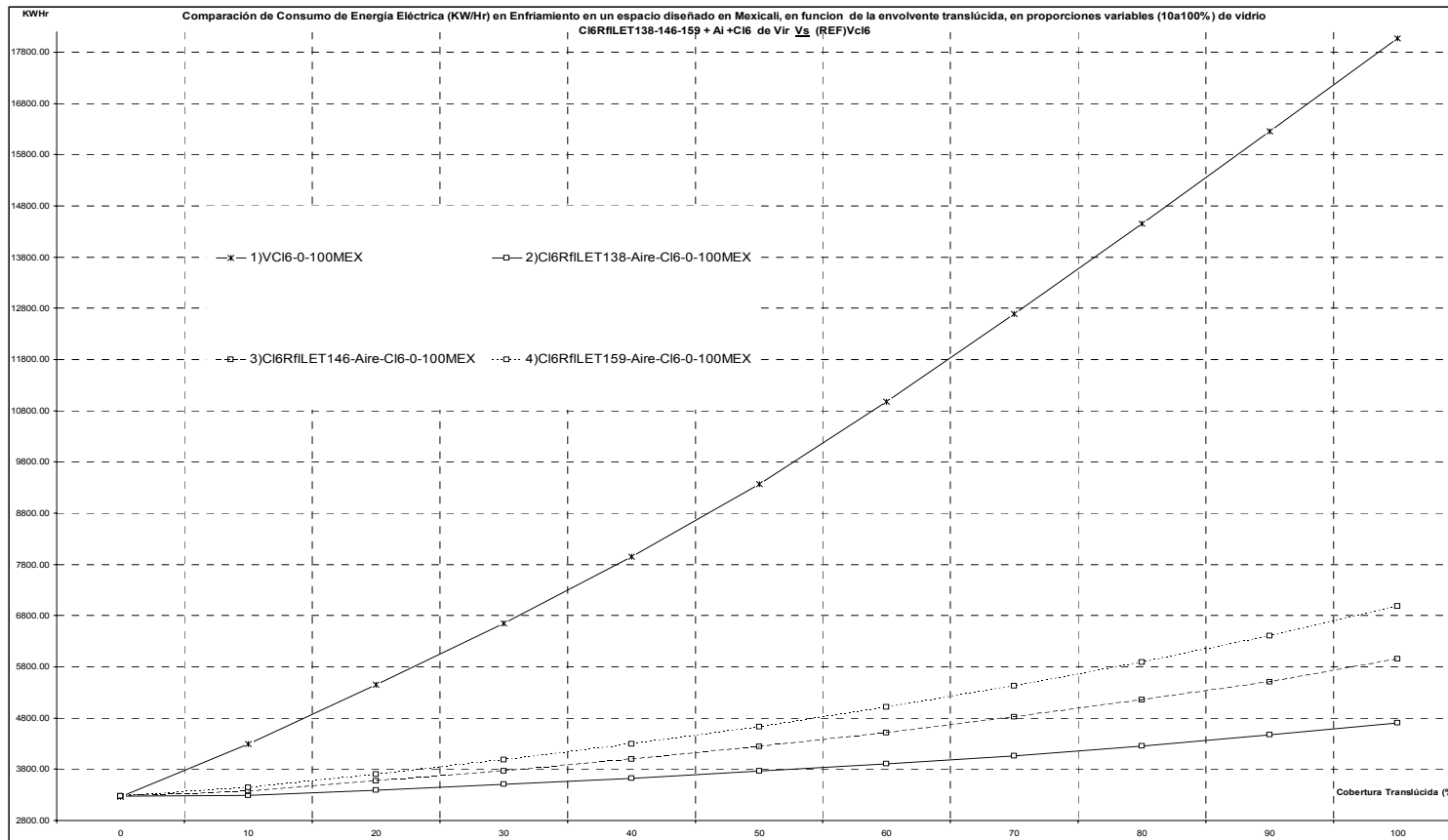
Comparación del gasto energético por Calentamiento en Vidrio Doble: Con Tinte Low E 40-85-70 + Claro Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C



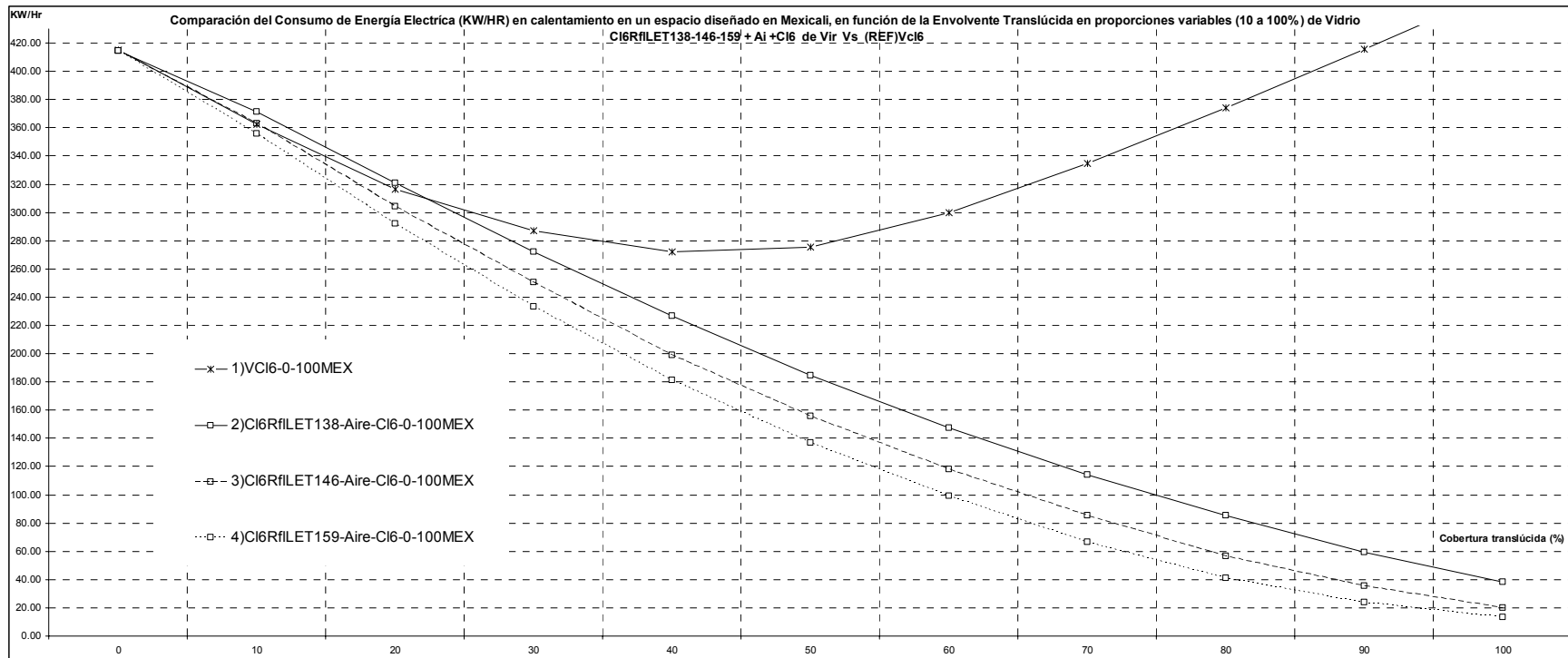
Comparación del gasto energético por Iluminación en Vidrio Doble: Con Tinte Low E 40-85-70 + Claro Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C



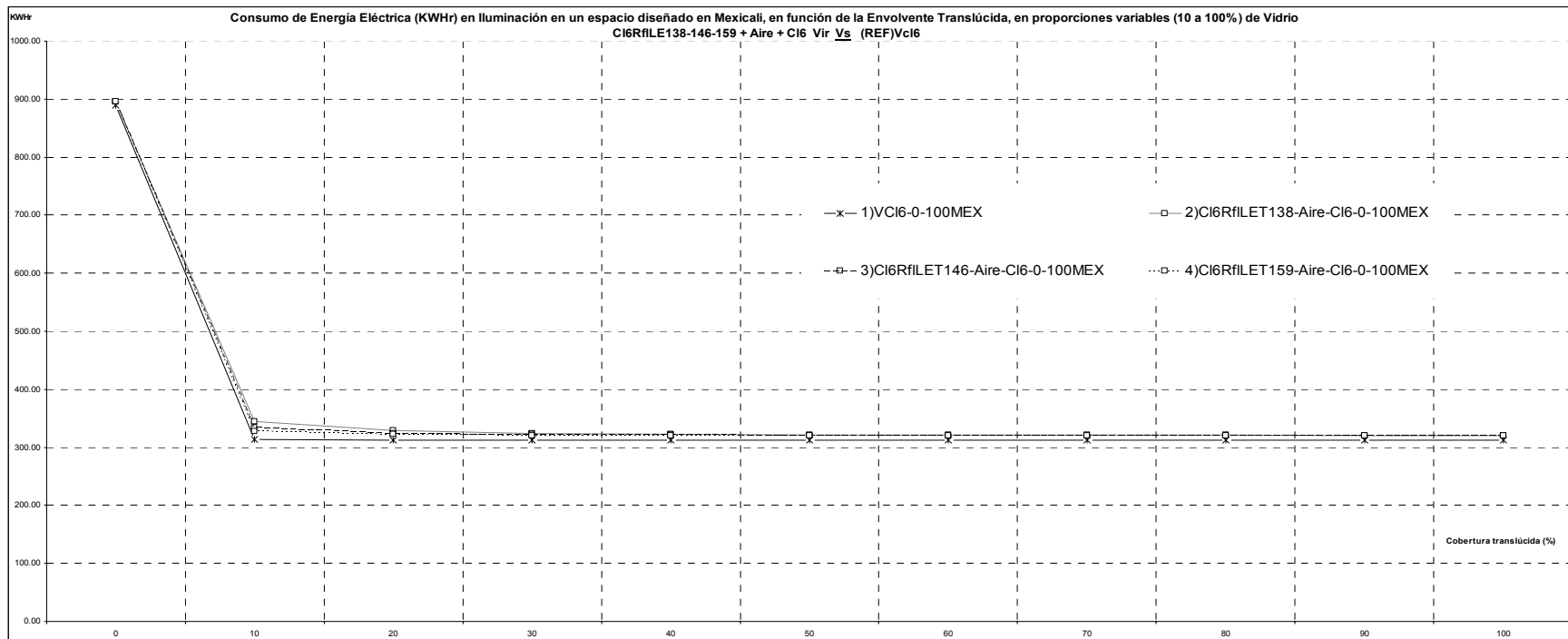
Comparación del gasto energético por Enfriamiento en Vidrio Doble: Reflejante Low E 138-146-159 + Claro Vs Vidrio Claro 6mm.

ANEXO C



Comparación del gasto energético por Calentamiento en Vidrio Doble: Reflejante Low E 138-146-159 + Claro Vs Vidrio Claro 6mm.

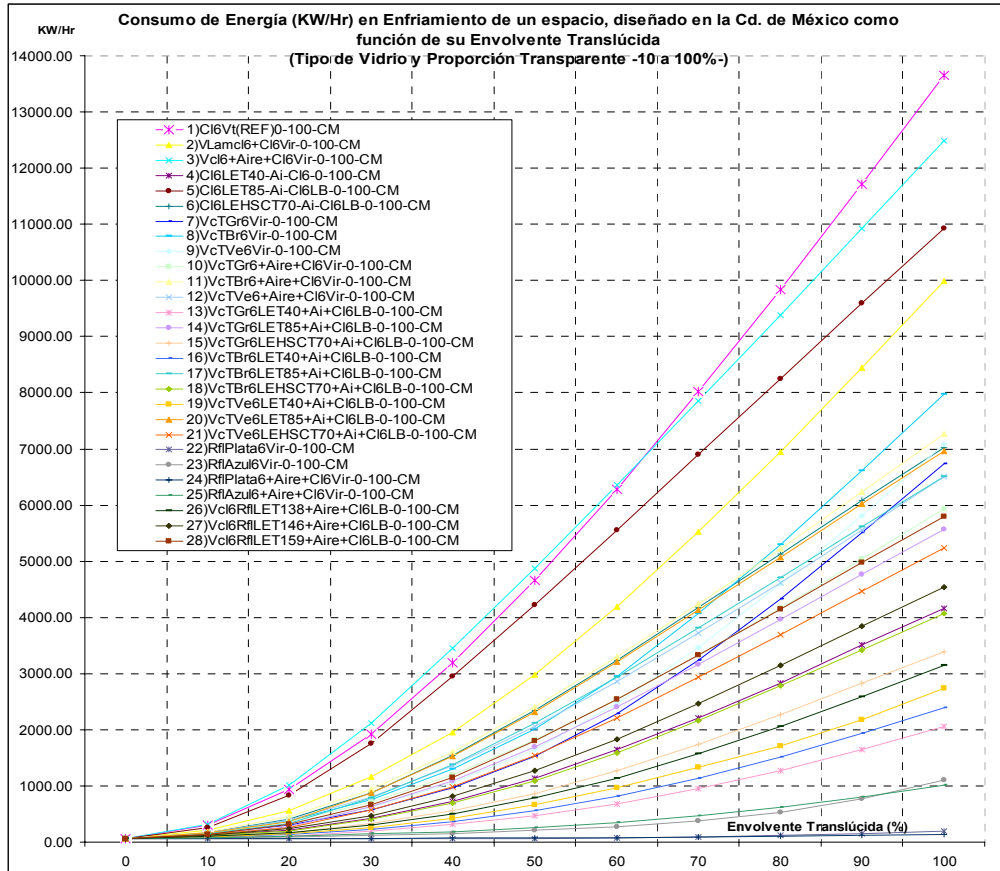
ANEXO C



Comparación del gasto energético por Iluminación en Vidrio Doble: Reflejanter Low E 138-146-159 + Claro Vs Vidrio Claro 6mm.

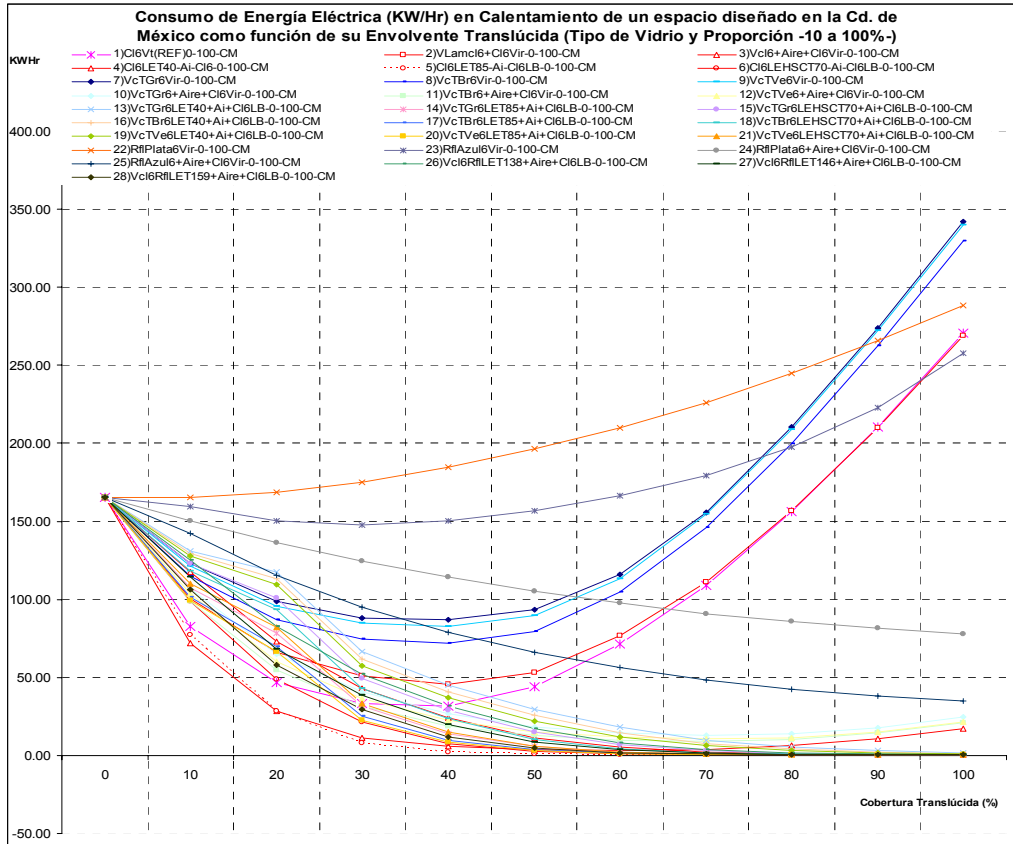
ANEXO D

ANEXO D
COMPARACIÓN GLOBAL DEL COMPORTAMIENTO SIMULADO DE 28
VIDRIOS EN LAS CIUDADES DE MÉXICO, ACAPULCO Y MEXICALI

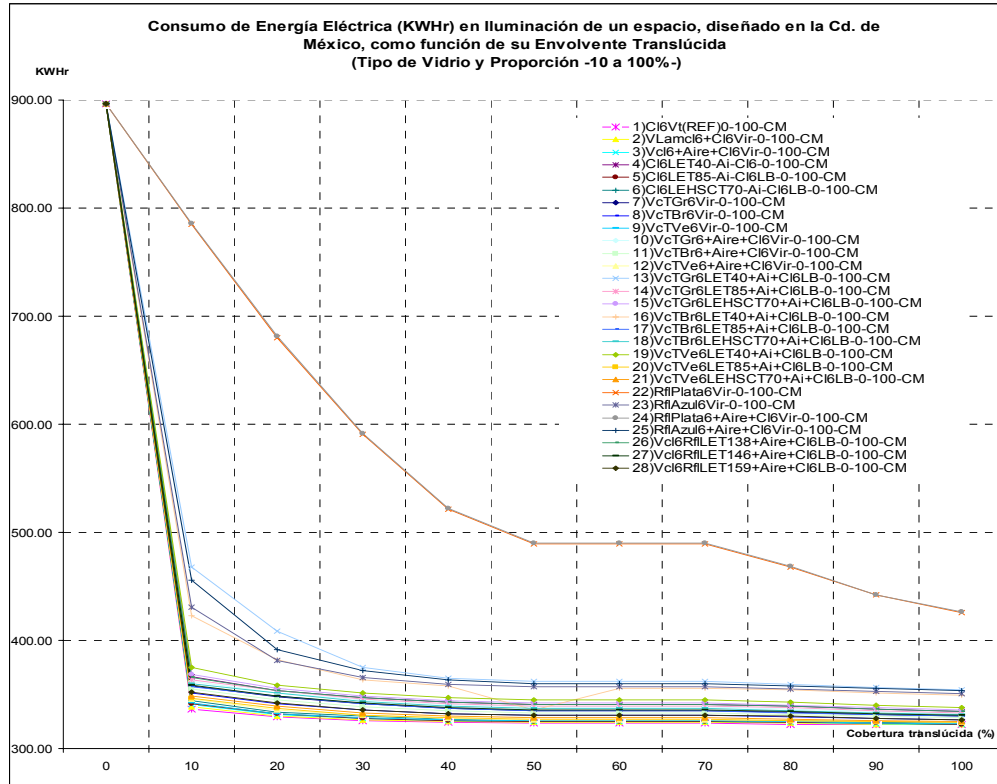


COMPARACIÓN GLOBAL DEL GASTO DE ENERGÍA EN ENFRIAMIENTO EN LA SIMULACIÓN DE 28 VIDRIOS EN LA UBICACIÓN DE LA CIUDAD DE MÉXICO

ANEXO D

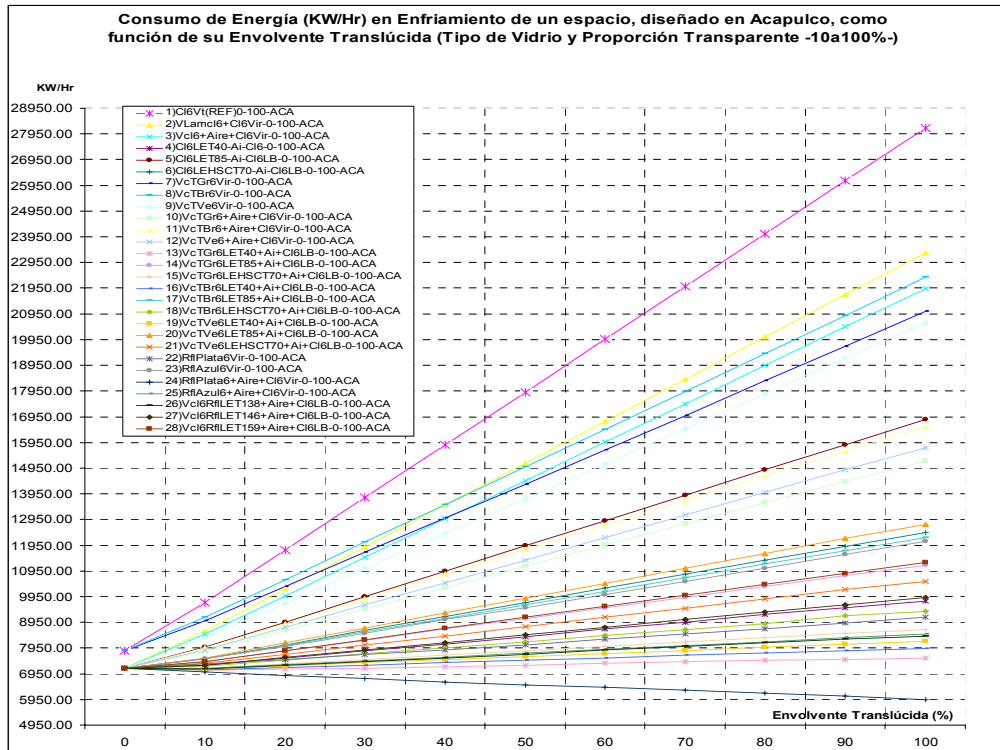


COMPARACIÓN GLOBAL DEL GASTO DE ENERGÍA EN CALENTAMIENTO EN LA SIMULACIÓN DE 28 VIDRIOS EN LA UBICACIÓN DE LA CIUDAD DE MÉXICO



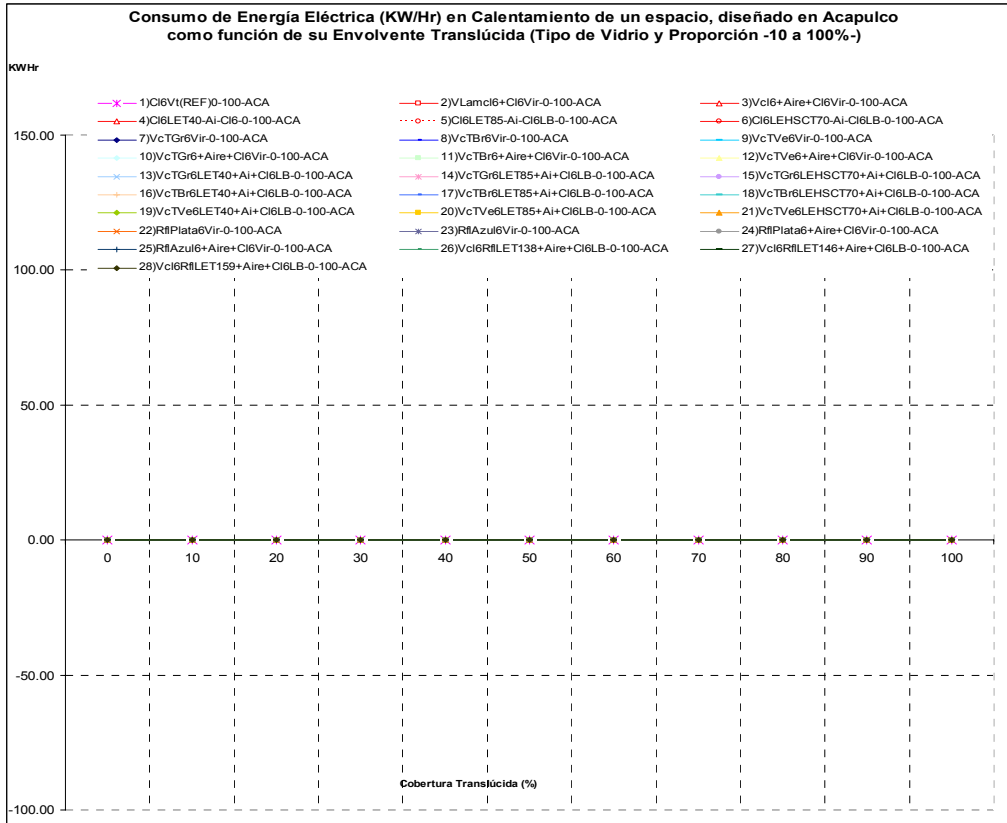
COMPARACIÓN GLOBAL DEL GASTO DE ENERGÍA EN ILUMINACIÓN EN LA SIMULACIÓN DE 28 VIDRIOS EN LA UBICACIÓN DE LA CIUDAD DE MÉXICO

ANEXO D

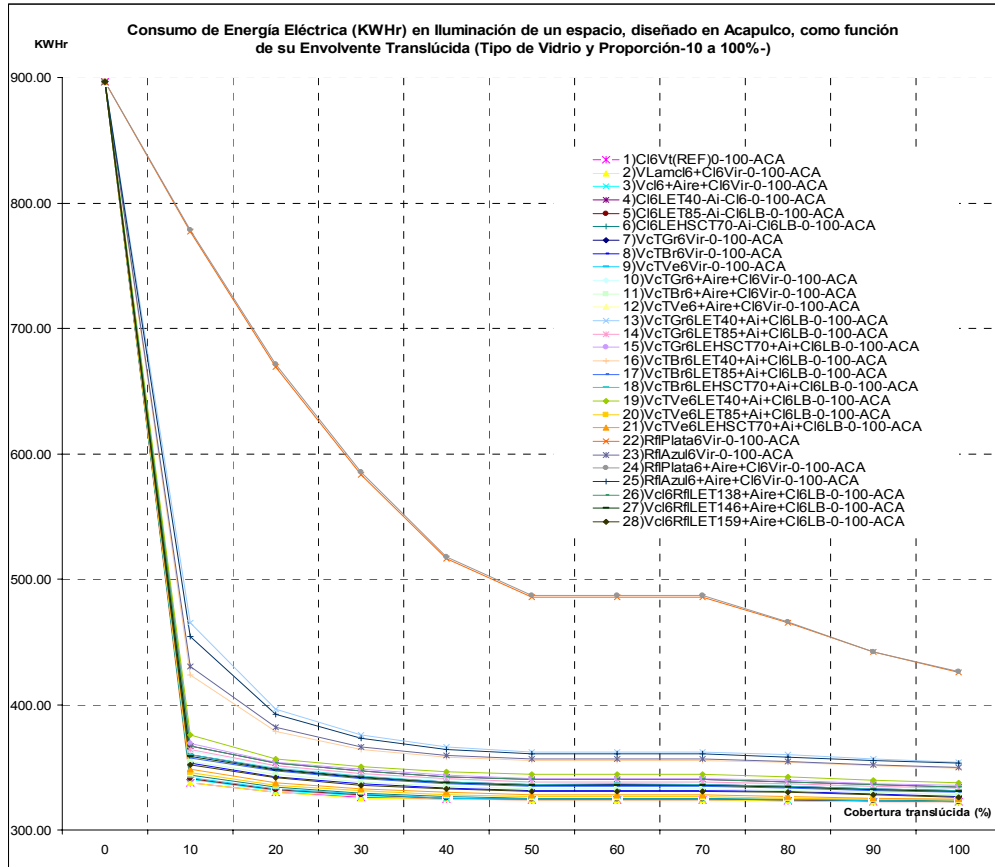


COMPARACIÓN GLOBAL DEL GASTO DE ENERGÍA EN ENFRIAMIENTO EN LA SIMULACIÓN DE 28 VIDRIOS EN LA UBICACIÓN DE ACAPULCO

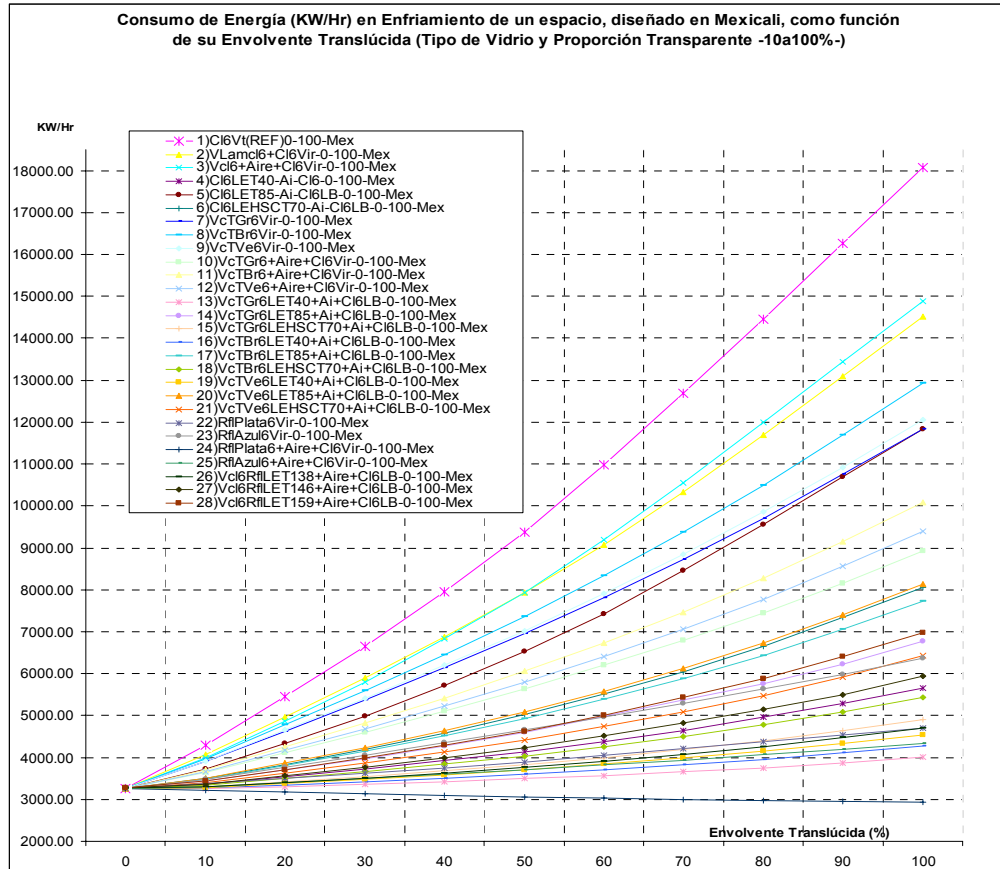
ANEXO D



COMPARACIÓN GLOBAL DEL GASTO DE ENERGÍA EN CALENTAMIENTO EN LA SIMULACIÓN DE 28 VIDRIOS EN LA UBICACIÓN DE ACAPULCO

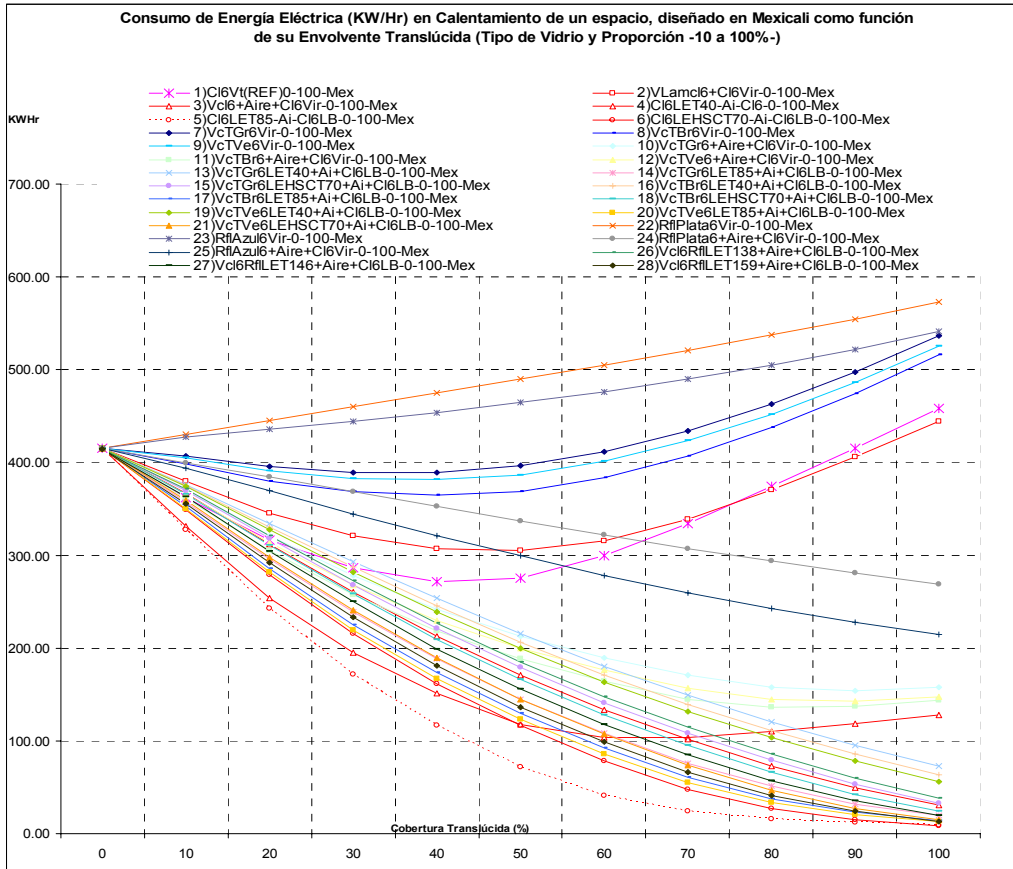


COMPARACIÓN GLOBAL DEL GASTO DE ENERGÍA EN ILUMINACIÓN EN LA SIMULACIÓN DE 28 VIDRIOS EN LA UBICACIÓN DE ACAPULCO



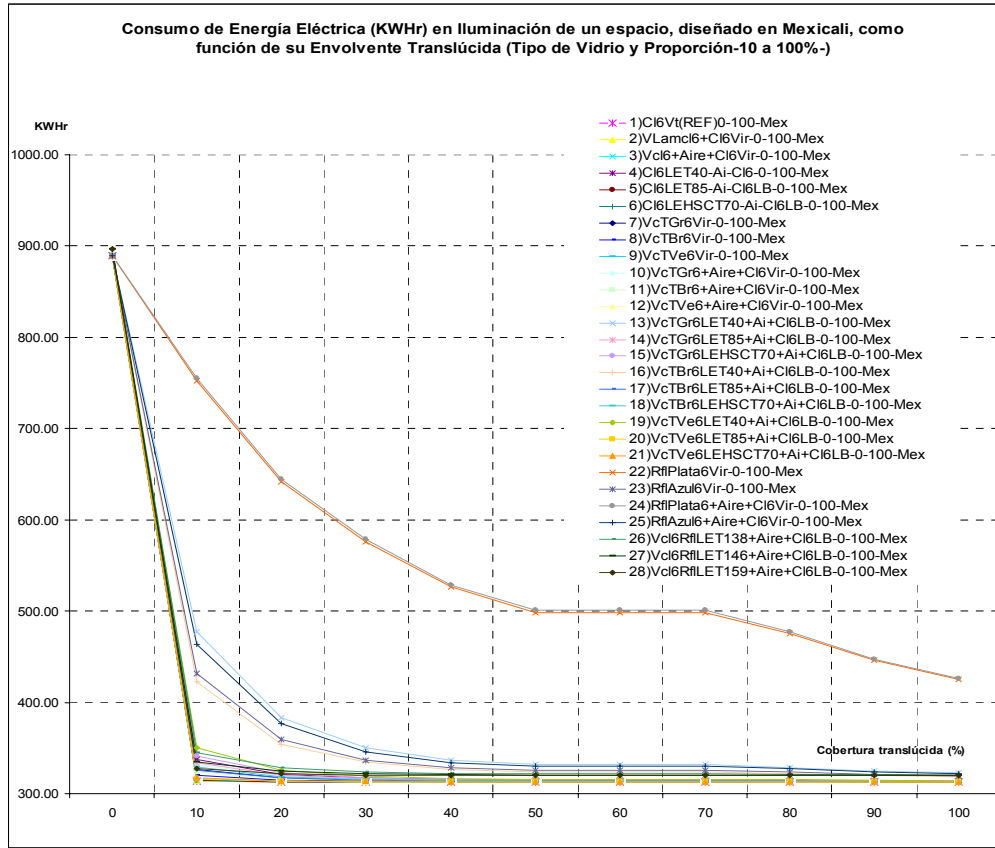
COMPARACIÓN GLOBAL DEL GASTO DE ENERGÍA EN ENFRIAMIENTO EN LA SIMULACIÓN DE 28 VIDRIOS EN LA UBICACIÓN DE MEXICALI

ANEXO D



COMPARACIÓN GLOBAL DEL GASTO DE ENERGÍA EN CALENTAMIENTO EN LA SIMULACIÓN DE 28 VIDRIOS EN LA UBICACIÓN DE . MEXICALI

ANEXO D



COMPARACIÓN GLOBAL DEL GASTO DE ENERGÍA EN ILUMINACIÓN EN LA SIMULACIÓN DE 28 VIDRIOS EN LA UBICACIÓN DE MEXICALI

ANEXO E
COMPORTAMIENTO EN EL CONSUMO (KW/h) EN FUNCIÓN DE LA PROPORCIÓN DE LA PORCIÓN
TRANSLÚCIDA EN UN ESPACIO DISEÑADO Y CON UBICACIÓN GEOGRÁFICA EN LAS CIUDADES DE MÉXICO,
ACAPULCO Y MEXICALI

ANEXO E

ET (KW/h)		T (KW/h)		T (KW/h)		T (KW/h)		T (KW/h)	
10%		20%		30%		40%		50%	
22)RfIPlata6Vir-0-100-CM	1009	3)Vcl6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	1381	3)Vcl6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	2450	3)Vcl6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	3776	3)Vcl6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	5206
24)RfIPlata6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	1001	1)Ci6Vt(REF)0-100-CM	1319	1)Ci6Vt(REF)0-100-CM	2281	1)Ci6Vt(REF)0-100-CM	3548	1)Ci6Vt(REF)0-100-CM	5030
1)Ci6Vt(REF)0-100-CM	728	5)Ci6LET85-Ai-Ci6LB-0-100-CM	1187	5)Ci6LET85-Ai-Ci6LB-0-100-CM	2087	5)Ci6LET85-Ai-Ci6LB-0-100-CM	3274	5)Ci6LET85-Ai-Ci6LB-0-100-CM	4555
3)Vcl6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	726	2)VLamcl6+Ci6Vir-0-100-CM	963	2)VLamcl6+Ci6Vir-0-100-CM	1541	2)VLamcl6+Ci6Vir-0-100-CM	2326	2)VLamcl6+Ci6Vir-0-100-CM	3362
13)VcTGr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-CM	689	22)RfIPlata6Vir-0-100-CM	904	11)VcTBr6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	1316	11)VcTBr6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	1952	11)VcTBr6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	2745
25)RfIAzul6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	677	24)RfIPlata6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	883	6)Ci6LEHSC70-Ai-Ci6LB-0-100-CM	1233	6)Ci6LEHSC70-Ai-Ci6LB-0-100-CM	1872	6)Ci6LEHSC70-Ai-Ci6LB-0-100-CM	2676
5)Ci6LET85-Ai-Ci6LB-0-100-CM	669	11)VcTBr6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	858	20)VcTv6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-CM	1230	20)VcTv6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-CM	1860	20)VcTv6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-CM	2652
23)RfIAzul6Vir-0-100-CM	660	8)VcTBr6Vir-0-100-CM	811	12)VcTv6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	1172	12)VcTv6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	1722	12)VcTv6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	2455
2)VVLamcl6+Ci6Vir-0-100-CM	653	6)Ci6LEHSC70-Ai-Ci6LB-0-100-CM	793	8)VcTBr6Vir-0-100-CM	1164	12)VcTv6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	1716	8)VcTBr6Vir-0-100-CM	2421
16)VcTBr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-CM	646	12)VcTv6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	793	17)VcTBr6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-CM	1159	8)VcTBr6Vir-0-100-CM	1699	12)VcTv6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	2406
8)VcTBr6Vir-0-100-CM	637	10)VcTGr6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	772	10)VcTGr6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	1093	10)VcTGr6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	1569	10)VcTGr6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	2172
11)VcTBr6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	634	20)VcTv6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-CM	771	28)VcCIRILET159+Air+Ci6LB-0-100-CM	1029	28)VcCIRILET159+Air+Ci6LB-0-100-CM	1501	28)VcCIRILET159+Air+Ci6LB-0-100-CM	2133
7)VcTv6Vir-0-100-CM	630	17)VcTBr6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-CM	755	9)VcTv6Vir-0-100-CM	1027	9)VcTv6Vir-0-100-CM	1465	9)VcTv6Vir-0-100-CM	2068
10)VcTGr6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	626	9)VcTv6Vir-0-100-CM	750	14)VcTGr6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-CM	1008	14)VcTGr6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-CM	1452	14)VcTGr6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-CM	2046
9)VcTv6Vir-0-100-CM	618	7)VcTGr6Vir-0-100-CM	749	7)VcTGr6Vir-0-100-CM	997	7)VcTGr6Vir-0-100-CM	1399	7)VcTGr6Vir-0-100-CM	1955
12)VcTv6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	615	28)VcCIRILET159+Air+Ci6LB-0-100-CM	719	21)VcTv6LEHSC70+Ai+Ci6LB-0-100-CM	934	21)VcTv6LEHSC70+Ai+Ci6LB-0-100-CM	1334	21)VcTv6LEHSC70+Ai+Ci6LB-0-100-CM	1882
17)VcTBr6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-CM	614	14)VcTGr6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-CM	707	27)VcCIRILET146+Air+Ci6LB-0-100-CM	857	27)VcCIRILET146+Air+Ci6LB-0-100-CM	1175	27)VcCIRILET146+Air+Ci6LB-0-100-CM	1617
14)VcTGr6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-CM	611	21)VcTv6LEHSC70+Ai+Ci6LB-0-100-CM	672	22)RfIPlata6Vir-0-100-CM	821	4)Ci6LET40-Ai-Ci6-0-100-CM	1088	4)Ci6LET40-Ai-Ci6-0-100-CM	1486
20)VcTv6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-CM	608	27)VcCIRILET146+Air+Ci6LB-0-100-CM	656	4)Ci6LET40-Ai-Ci6-0-100-CM	811	18)VcTBr6LEHSC70+Ai+Ci6LB-0-100-CI	1063	18)VcTBr6LEHSC70+Ai+Ci6LB-0-100-CM	1439
6)Ci6LEHSC70-Ai-Ci6LB-0-100-CM	605	4)Ci6LET40-Ai-Ci6-0-100-CM	645	18)VcTBr6LEHSC70+Ai+Ci6LB-0-100-CI	788	15)VcTGr6LEHSC70+Ai+Ci6LB-0-100-CI	929	15)VcTGr6LEHSC70+Ai+Ci6LB-0-100-CM	1227
28)VcCIRILET159+Air+Ci6LB-0-100-CM	601	18)VcTBr6LEHSC70+Ai+Ci6LB-0-100-CM	642	24)RfIPlata6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	782	26)VcCIRILET138+Air+Ci6LB-0-100-CM	874	26)VcCIRILET138+Air+Ci6LB-0-100-CM	1138
4)Ci6LET40-Ai-Ci6-0-100-CM	601	16)VcTBr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-CM	638	15)VcTGr6LEHSC70+Ai+Ci6LB-0-100-CM	724	19)VcTv6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-CM	810	19)VcTv6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-CM	1030
19)VcTv6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-CM	599	13)VcTGr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-CM	635	26)VcCIRILET138+Air+Ci6LB-0-100-CM	695	22)RfIPlata6Vir-0-100-CM	764	16)VcTBr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-CM	929
15)VcTGr6LEHSC70+Ai+Ci6LB-0-100-CM	596	15)VcTGr6LEHSC70+Ai+Ci6LB-0-100-CM	630	19)VcTv6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-CM	668	16)VcTBr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-CM	763	13)VcTGr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-CM	865
27)VcCIRILET146+Air+Ci6LB-0-100-CM	596	23)RfIAzul6Vir-0-100-CM	624	16)VcTBr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-CM	653	13)VcTGr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-CM	723	22)RfIPlata6Vir-0-100-CM	751
18)VcTBr6LEHSC70+Ai+Ci6LB-0-100-CM	593	19)VcTv6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-CM	619	13)VcTGr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-CM	643	24)RfIPlata6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	705	23)RfIAzul6Vir-0-100-CM	720
26)VcCIRILET138+Air+Ci6LB-0-100-CM	592	25)RfIAzul6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	616	23)RfIAzul6Vir-0-100-CM	634	23)RfIAzul6Vir-0-100-CM	665	25)RfIAzul6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	682
21)VcTv6LEHSC70+Ai+Ci6LB-0-100-CM	591	26)VcCIRILET138+Air+Ci6LB-0-100-CM	609	25)RfIAzul6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	612	25)RfIAzul6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	631	24)RfIPlata6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	669

T (KW/h)		T (KW/h)		T (KW/h)		T (KW/h)		T (KW/h)	
70%		80%		90%		100%		100%	
1)Ci6Vt(REF)0-100-CM	6681	1)Ci6Vt(REF)0-100-CM	8448	1)Ci6Vt(REF)0-100-CM	10312	1)Ci6Vt(REF)0-100-CM	12255	1)Ci6Vt(REF)0-100-CM	14238
3)Vcl6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	6681	3)Vcl6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	8184	3)Vcl6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	9714	3)Vcl6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	11266	3)Vcl6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	12826
5)Ci6LET85-Ai-Ci6LB-0-100-CM	5883	5)Ci6LET85-Ai-Ci6LB-0-100-CM	7225	5)Ci6LET85-Ai-Ci6LB-0-100-CM	8572	5)Ci6LET85-Ai-Ci6LB-0-100-CM	9921	5)Ci6LET85-Ai-Ci6LB-0-100-CM	11257
2)VLamcl6+Ci6Vir-0-100-CM	4592	2)VLamcl6+Ci6Vir-0-100-CM	5953	2)VLamcl6+Ci6Vir-0-100-CM	7427	2)VLamcl6+Ci6Vir-0-100-CM	8983	2)VLamcl6+Ci6Vir-0-100-CM	10586
11)VcTBr6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	3637	11)VcTBr6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	4582	8)VcTBr6Vir-0-100-CM	5830	8)VcTBr6Vir-0-100-CM	7209	8)VcTBr6Vir-0-100-CM	8634
6)Ci6LEHSC70-Ai-Ci6LB-0-100-CM	3570	8)VcTBr6Vir-0-100-CM	4542	11)VcTBr6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	5564	11)VcTBr6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	6580	9)VcTv6Vir-0-100-CM	7741
20)VcTv6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-CM	3536	6)Ci6LEHSC70-Ai-Ci6LB-0-100-CM	4503	6)Ci6LEHSC70-Ai-Ci6LB-0-100-CM	5452	9)VcTv6Vir-0-100-CM	6412	11)VcTBr6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	7616
8)VcTBr6Vir-0-100-CM	3388	20)VcTv6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-CM	4460	20)VcTv6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-CM	5402	6)Ci6LEHSC70-Ai-Ci6LB-0-100-CM	6406	7)VcTGr6Vir-0-100-CM	7414
17)VcTBr6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-CM	3274	17)VcTBr6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-CM	4157	9)VcTv6Vir-0-100-CM	5133	20)VcTv6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-CM	6351	6)Ci6LEHSC70-Ai-Ci6LB-0-100-CM	7354
12)VcTv6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	3202	12)VcTv6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	4059	17)VcTBr6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-CM	5047	7)VcTGr6Vir-0-100-CM	6119	20)VcTv6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-CM	7294
9)VcTv6Vir-0-100-CM	2905	9)VcTv6Vir-0-100-CM	3949	12)VcTv6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	4957	17)VcTBr6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-CM	5951	12)VcTv6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	6850
10)VcTGr6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	2890	7)VcTGr6Vir-0-100-CM	3731	7)VcTGr6Vir-0-100-CM	4875	12)VcTv6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	5893	17)VcTBr6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-CM	6832
28)VcCIRILET159+Air+Ci6LB-0-100-CM	2868	10)VcTGr6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	3679	10)VcTGr6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	4511	10)VcTGr6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	5385	10)VcTGr6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	6285
14)VcTGr6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-CM	2747	28)VcCIRILET159+Air+Ci6LB-0-100-CM	3680	28)VcCIRILET159+Air+Ci6LB-0-100-CM	4480	28)VcCIRILET159+Air+Ci6LB-0-100-CM	5305	28)VcCIRILET159+Air+Ci6LB-0-100-CM	6129
7)VcTGr6Vir-0-100-CM	2738	14)VcTGr6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-CM	3510	14)VcTGr6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-CM	4297	14)VcTGr6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-CM	5099	14)VcTGr6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-CM	5899
21)VcTv6LEHSC70+Ai+Ci6LB-0-100-CM	2534	21)VcTv6LEHSC70+Ai+Ci6LB-0-100-CM	3261	21)VcTv6LEHSC70+Ai+Ci6LB-0-100-CM	4014	21)VcTv6LEHSC70+Ai+Ci6LB-0-100-CM	4790	21)VcTv6LEHSC70+Ai+Ci6LB-0-100-CM	5558
27)VcCIRILET146+Air+Ci6LB-0-100-CM	2178	27)VcCIRILET146+Air+Ci6LB-0-100-CM	2809	27)VcCIRILET146+Air+Ci6LB-0-100-CM	3482	27)VcCIRILET146+Air+Ci6LB-0-100-CM	4174	27)VcCIRILET146+Air+Ci6LB-0-100-CM	4869
4)Ci6LET40-Ai-Ci6-0-100-CM	1994	4)Ci6LET40-Ai-Ci6-0-100-CM	2554	4)Ci6LET40-Ai-Ci6-0-100-CM	3175	4)Ci6LET40-Ai-Ci6-0-100-CM	3847	4)Ci6LET40-Ai-Ci6-0-100-CM	4502
18)VcTBr6LEHSC70+Ai+Ci6LB-0-100-CM	1929	18)VcTBr6LEHSC70+Ai+Ci6LB-0-100-CM	2497	18)VcTBr6LEHSC70+Ai+Ci6LB-0-100-CM	3117	18)VcTBr6LEHSC70+Ai+Ci6LB-0-100-CM	3752	18)VcTBr6LEHSC70+Ai+Ci6LB-0-100-CM	4398
15)VcTGr6LEHSC70+Ai+Ci6LB-0-100-CM	1615	15)VcTGr6LEHSC70+Ai+Ci6LB-0-100-CM	2091	15)VcTGr6LEHSC70+Ai+Ci6LB-0-100-CM	2619	15)VcTGr6LEHSC70+Ai+Ci6LB-0-100-CM	3173	15)VcTGr6LEHSC70+Ai+Ci6LB-0-100-CM	3731
26)VcCIRILET138+Air+Ci6LB-0-100-CM	1483	26)VcCIRILET138+Air+Ci6LB-0-100-CM	1916	26)VcCIRILET138+Air+Ci6LB-0-100-CM	2405	26)VcCIRILET138+Air+Ci6LB-0-100-CM	2933	26)VcCIRILET138+Air+Ci6LB-0-100-CM	3477
19)VcTv6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-CM	1319	19)VcTv6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-CM	1685	19)VcTv6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-CM	2059	19)VcTv6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-CM	2519	19)VcTv6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-CM	3078
16)VcTBr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-CM	1191	16)VcTBr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-CM	1506	16)VcTBr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-CM	1876	16)VcTBr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-CM	2291	16)VcTBr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-CM	2738
13)VcTGr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-CM	1068	13)VcTGr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-CM	1325	13)VcTGr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-CM	1643	13)VcTGr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-CM	2012	13)VcTGr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-CM	2413
23)RfIAzul6Vir-0-100-CM	802	23)RfIAzul6Vir-0-100-CM	916	23)RfIAzul6Vir-0-100-CM	1088	23)RfIAzul6Vir-0-100-CM	1350	23)RfIAzul6Vir-0-100-CM	1718
22)RfIPlata6Vir-0-100-CM	777	25)RfIAzul6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	879	25)RfIAzul6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	1025	25)RfIAzul6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	1203	25)RfIAzul6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	1407
25)RfIAzul6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	764	22)RfIPlata6Vir-0-100-CM	810	22)RfIPlata6Vir-0-100-CM	829	22)RfIPlata6Vir-0-100-CM	856	22)RfIPlata6Vir-0-100-CM	906
24)RfIPlata6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	669	24)RfIPlata6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	673	24)RfIPlata6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	657	24)RfIPlata6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	640	24)RfIPlata6+Air+Ci6Vir-0-100-CM	638

COMPORTAMIENTO EN EL CONSUMO (KW/h) EN FUNCIÓN DE LA PROPORCIÓN DE LA PORCIÓN TRANSLÚCIDA EN UN ESPACIO DISEÑADO Y CON UBICACIÓN GEOGRÁFICA EN LA CIUDAD DE MEXICO.

ANEXO E

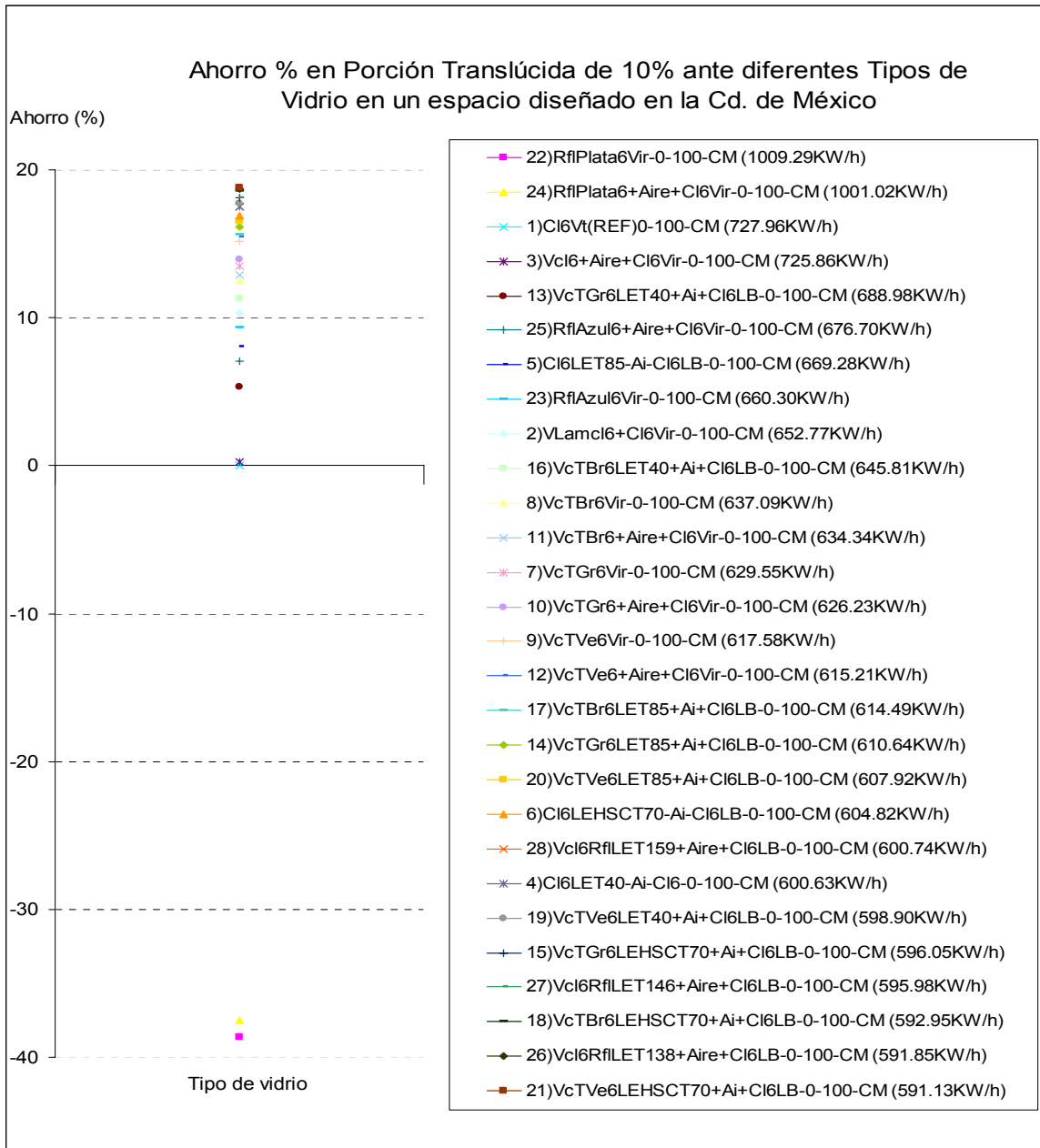
ET (KW/h)		ET (KW/h)		ET (KW/h)		ET (KW/h)		ET (KW/h)	
Tipo de vidrio	10%	Tipo de vidrio	20%	Tipo de vidrio	30%	Tipo de vidrio	40%	Tipo de vidrio	50%
1)Ci6Vt(REF)0-100-ACA	10061	1)Ci6Vt(REF)0-100-ACA	12100	1)Ci6Vt(REF)0-100-ACA	14144	1)Ci6Vt(REF)0-100-ACA	16191	1)Ci6Vt(REF)0-100-ACA	18237
2)VlLamcl6+Ci6Vir-0-100-ACA	9497	2)VlLamcl6+Ci6Vir-0-100-ACA	10950	2)VlLamcl6+Ci6Vir-0-100-ACA	12408	2)VlLamcl6+Ci6Vir-0-100-ACA	13869	2)VlLamcl6+Ci6Vir-0-100-ACA	15468
3)Vcl6+Ai6+Ci6Vir-0-100-ACA	9373	3)Vcl6+Ai6+Ci6Vir-0-100-ACA	10691	3)Vcl6+Ai6+Ci6Vir-0-100-ACA	12210	3)Vcl6+Ai6+Ci6Vir-0-100-ACA	13840	3)Vcl6+Ai6+Ci6Vir-0-100-ACA	15330
4)Ci6LEHST70-Ai-Ci6LB-0-100-ACA	8960	4)Ci6LEHST70-Ai-Ci6LB-0-100-ACA	10583	4)Ci6LEHST70-Ai-Ci6LB-0-100-ACA	12015	4)Ci6LEHST70-Ai-Ci6LB-0-100-ACA	13341	4)Ci6LEHST70-Ai-Ci6LB-0-100-ACA	14796
5)Ci6LET85-Ai-Ci6LB-0-100-ACA	8827	5)Ci6LET85-Ai-Ci6LB-0-100-ACA	10314	5)Ci6LET85-Ai-Ci6LB-0-100-ACA	11805	5)Ci6LET85-Ai-Ci6LB-0-100-ACA	13300	5)Ci6LET85-Ai-Ci6LB-0-100-ACA	14668
6)Ci6LEHST70-Ai-Ci6LB-0-100-ACA	8689	6)Ci6LEHST70-Ai-Ci6LB-0-100-ACA	10034	6)Ci6LEHST70-Ai-Ci6LB-0-100-ACA	11385	6)Ci6LEHST70-Ai-Ci6LB-0-100-ACA	12736	6)Ci6LEHST70-Ai-Ci6LB-0-100-ACA	14089
7)VcTGr6Vir-0-100-ACA	8322	7)VcTGr6Vir-0-100-ACA	9295	7)VcTGr6Vir-0-100-ACA	10278	7)VcTGr6Vir-0-100-ACA	11263	7)VcTGr6Vir-0-100-ACA	12266
8)VcTBr6Vir-0-100-ACA	8309	8)VcTBr6Vir-0-100-ACA	9256	8)VcTBr6Vir-0-100-ACA	10207	8)VcTBr6Vir-0-100-ACA	11163	8)VcTBr6Vir-0-100-ACA	12120
9)VcTve6Vir-0-100-ACA	8215	9)VcTve6Vir-0-100-ACA	9081	9)VcTve6Vir-0-100-ACA	9955	9)VcTve6Vir-0-100-ACA	10830	9)VcTve6Vir-0-100-ACA	11706
10)VcTGr6+Ai6+Ci6Vir-0-100-ACA	8187	10)VcTGr6+Ai6+Ci6Vir-0-100-ACA	9000	10)VcTGr6+Ai6+Ci6Vir-0-100-ACA	9820	10)VcTGr6+Ai6+Ci6Vir-0-100-ACA	10642	10)VcTGr6+Ai6+Ci6Vir-0-100-ACA	11466
22)RfIPlata6Vir-0-100-ACA	8113	22)RfIPlata6Vir-0-100-ACA	8486	22)RfIPlata6Vir-0-100-ACA	9052	22)RfIPlata6Vir-0-100-ACA	9639	22)RfIPlata6Vir-0-100-ACA	10209
23)RfIAzul6Vir-0-100-ACA	7957	23)RfIAzul6Vir-0-100-ACA	8419	23)RfIAzul6Vir-0-100-ACA	8962	23)RfIAzul6Vir-0-100-ACA	9507	23)RfIAzul6Vir-0-100-ACA	10054
20)VcTve6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	7916	20)VcTve6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	8403	20)VcTve6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	8891	20)VcTve6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	9418	20)VcTve6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	9982
6)Ci6LEHST70-Ai-Ci6LB-0-100-ACA	7883	6)Ci6LEHST70-Ai-Ci6LB-0-100-ACA	8398	6)Ci6LEHST70-Ai-Ci6LB-0-100-ACA	8891	6)Ci6LEHST70-Ai-Ci6LB-0-100-ACA	9418	6)Ci6LEHST70-Ai-Ci6LB-0-100-ACA	9982
17)VcTBr6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	7882	17)VcTBr6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	8195	17)VcTBr6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	8620	17)VcTBr6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	9048	17)VcTBr6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	9498
24)RfIPlata6+Ai6+Ci6Vir-0-100-ACA	7800	24)RfIPlata6+Ai6+Ci6Vir-0-100-ACA	8192	24)RfIPlata6+Ai6+Ci6Vir-0-100-ACA	8599	24)RfIPlata6+Ai6+Ci6Vir-0-100-ACA	9026	24)RfIPlata6+Ai6+Ci6Vir-0-100-ACA	9431
14)VcTGr6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	7785	14)VcTGr6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	8183	14)VcTGr6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	8599	14)VcTGr6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	9026	14)VcTGr6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	9431
28)VcI6RRILET159+Ai6+Ci6LB-0-100-ACA	7781	28)VcI6RRILET159+Ai6+Ci6LB-0-100-ACA	8045	28)VcI6RRILET159+Ai6+Ci6LB-0-100-ACA	8222	28)VcI6RRILET159+Ai6+Ci6LB-0-100-ACA	8510	28)VcI6RRILET159+Ai6+Ci6LB-0-100-ACA	8804
21)VcTve6LEHST70+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	7700	21)VcTve6LEHST70+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	7932	21)VcTve6LEHST70+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	8220	21)VcTve6LEHST70+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	8510	21)VcTve6LEHST70+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	8804
27)VcI6RRILET146+Ai6+Ci6LB-0-100-ACA	7650	27)VcI6RRILET146+Ai6+Ci6LB-0-100-ACA	7911	27)VcI6RRILET146+Ai6+Ci6LB-0-100-ACA	8185	27)VcI6RRILET146+Ai6+Ci6LB-0-100-ACA	8454	27)VcI6RRILET146+Ai6+Ci6LB-0-100-ACA	8741
4)Ci6LET40-Ai-Ci6-0-100-ACA	7645	4)Ci6LET40-Ai-Ci6-0-100-ACA	7832	4)Ci6LET40-Ai-Ci6-0-100-ACA	8062	4)Ci6LET40-Ai-Ci6-0-100-ACA	8454	4)Ci6LET40-Ai-Ci6-0-100-ACA	8804
25)RfIAzul6+Ai6+Ci6Vir-0-100-ACA	7631	25)RfIAzul6+Ai6+Ci6Vir-0-100-ACA	7702	25)RfIAzul6+Ai6+Ci6Vir-0-100-ACA	7854	25)RfIAzul6+Ai6+Ci6Vir-0-100-ACA	8020	25)RfIAzul6+Ai6+Ci6Vir-0-100-ACA	8188
18)VcTBr6LEHST70+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	7601	18)VcTBr6LEHST70+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	7693	18)VcTBr6LEHST70+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	7829	18)VcTBr6LEHST70+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	7970	18)VcTBr6LEHST70+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	8117
13)VcTGr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	7553	13)VcTGr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	7638	13)VcTGr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	7776	13)VcTGr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	7916	13)VcTGr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	8059
15)VcTGr6LEHST70+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	7541	15)VcTGr6LEHST70+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	7605	15)VcTGr6LEHST70+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	7735	15)VcTGr6LEHST70+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	7853	15)VcTGr6LEHST70+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	7968
16)VcTBr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	7536	16)VcTBr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	7573	16)VcTBr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	7656	16)VcTBr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	7743	16)VcTBr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	7833
26)VcI6RRILET138+Ai6+Ci6LB-0-100-ACA	7510	26)VcI6RRILET138+Ai6+Ci6LB-0-100-ACA	7557	26)VcI6RRILET138+Ai6+Ci6LB-0-100-ACA	7554	26)VcI6RRILET138+Ai6+Ci6LB-0-100-ACA	7600	26)VcI6RRILET138+Ai6+Ci6LB-0-100-ACA	7654
19)VcTve6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	7503	19)VcTve6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	7521	19)VcTve6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	7341	19)VcTve6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	7149	19)VcTve6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	7005

ET (KW/h)		ET (KW/h)		ET (KW/h)		ET (KW/h)		ET (KW/h)	
Tipo de vidrio	60%	Tipo de vidrio	70%	Tipo de vidrio	80%	Tipo de vidrio	90%	Tipo de vidrio	100%
1)Ci6Vt(REF)0-100-ACA	20286	1)Ci6Vt(REF)0-100-ACA	22336	1)Ci6Vt(REF)0-100-ACA	24395	1)Ci6Vt(REF)0-100-ACA	26453	1)Ci6Vt(REF)0-100-ACA	28507
2)VlLamcl6+Ci6Vir-0-100-ACA	17100	2)VlLamcl6+Ci6Vir-0-100-ACA	18740	2)VlLamcl6+Ci6Vir-0-100-ACA	20375	2)VlLamcl6+Ci6Vir-0-100-ACA	22031	2)VlLamcl6+Ci6Vir-0-100-ACA	23662
3)Vcl6+Ai6+Ci6Vir-0-100-ACA	16797	3)Vcl6+Ai6+Ci6Vir-0-100-ACA	18268	3)Vcl6+Ai6+Ci6Vir-0-100-ACA	19742	3)Vcl6+Ai6+Ci6Vir-0-100-ACA	21222	3)Vcl6+Ai6+Ci6Vir-0-100-ACA	22702
4)Ci6LEHST70-Ai-Ci6LB-0-100-ACA	16291	4)Ci6LEHST70-Ai-Ci6LB-0-100-ACA	17784	4)Ci6LEHST70-Ai-Ci6LB-0-100-ACA	19275	4)Ci6LEHST70-Ai-Ci6LB-0-100-ACA	20769	4)Ci6LEHST70-Ai-Ci6LB-0-100-ACA	22247
5)Ci6LET85-Ai-Ci6LB-0-100-ACA	16001	5)Ci6LET85-Ai-Ci6LB-0-100-ACA	17338	5)Ci6LET85-Ai-Ci6LB-0-100-ACA	18679	5)Ci6LET85-Ai-Ci6LB-0-100-ACA	20027	5)Ci6LET85-Ai-Ci6LB-0-100-ACA	21376
6)Ci6LEHST70-Ai-Ci6LB-0-100-ACA	15445	6)Ci6LEHST70-Ai-Ci6LB-0-100-ACA	16812	6)Ci6LEHST70-Ai-Ci6LB-0-100-ACA	18176	6)Ci6LEHST70-Ai-Ci6LB-0-100-ACA	19561	6)Ci6LEHST70-Ai-Ci6LB-0-100-ACA	20924
7)VcTGr6Vir-0-100-ACA	13238	7)VcTGr6Vir-0-100-ACA	14226	7)VcTGr6Vir-0-100-ACA	15211	7)VcTGr6Vir-0-100-ACA	16192	7)VcTGr6Vir-0-100-ACA	17159
8)VcTBr6Vir-0-100-ACA	13078	8)VcTBr6Vir-0-100-ACA	14033	8)VcTBr6Vir-0-100-ACA	14986	8)VcTBr6Vir-0-100-ACA	15941	8)VcTBr6Vir-0-100-ACA	16888
9)VcTve6Vir-0-100-ACA	12583	9)VcTve6Vir-0-100-ACA	13457	9)VcTve6Vir-0-100-ACA	14329	9)VcTve6Vir-0-100-ACA	15204	9)VcTve6Vir-0-100-ACA	16072
10)VcTGr6+Ai6+Ci6Vir-0-100-ACA	12292	10)VcTGr6+Ai6+Ci6Vir-0-100-ACA	13115	10)VcTGr6+Ai6+Ci6Vir-0-100-ACA	13936	10)VcTGr6+Ai6+Ci6Vir-0-100-ACA	14757	10)VcTGr6+Ai6+Ci6Vir-0-100-ACA	15575
20)VcTve6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	10788	20)VcTve6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	11380	20)VcTve6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	11958	20)VcTve6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	12532	20)VcTve6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	13078
6)Ci6LEHST70-Ai-Ci6LB-0-100-ACA	10603	6)Ci6LEHST70-Ai-Ci6LB-0-100-ACA	11151	6)Ci6LEHST70-Ai-Ci6LB-0-100-ACA	11697	6)Ci6LEHST70-Ai-Ci6LB-0-100-ACA	12239	6)Ci6LEHST70-Ai-Ci6LB-0-100-ACA	12771
17)VcTBr6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	10496	17)VcTBr6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	11024	17)VcTBr6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	11548	17)VcTBr6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	12068	17)VcTBr6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	12580
23)RfIAzul6Vir-0-100-ACA	10398	23)RfIAzul6Vir-0-100-ACA	10909	23)RfIAzul6Vir-0-100-ACA	11417	23)RfIAzul6Vir-0-100-ACA	11940	23)RfIAzul6Vir-0-100-ACA	12469
28)VcI6RRILET159+Ai6+Ci6LB-0-100-ACA	9910	28)VcI6RRILET159+Ai6+Ci6LB-0-100-ACA	10342	28)VcI6RRILET159+Ai6+Ci6LB-0-100-ACA	10770	28)VcI6RRILET159+Ai6+Ci6LB-0-100-ACA	11193	28)VcI6RRILET159+Ai6+Ci6LB-0-100-ACA	11609
14)VcTGr6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	9852	14)VcTGr6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	10272	14)VcTGr6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	10688	14)VcTGr6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	11100	14)VcTGr6LET85+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	11505
21)VcTve6LEHST70+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	9472	21)VcTve6LEHST70+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	9837	21)VcTve6LEHST70+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	10187	21)VcTve6LEHST70+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	10545	21)VcTve6LEHST70+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	10884
27)VcI6RRILET146+Ai6+Ci6LB-0-100-ACA	9100	27)VcI6RRILET146+Ai6+Ci6LB-0-100-ACA	9395	27)VcI6RRILET146+Ai6+Ci6LB-0-100-ACA	9687	27)VcI6RRILET146+Ai6+Ci6LB-0-100-ACA	9975	27)VcI6RRILET146+Ai6+Ci6LB-0-100-ACA	10256
4)Ci6LET40-Ai-Ci6-0-100-ACA	9029	4)Ci6LET40-Ai-Ci6-0-100-ACA	9305	4)Ci6LET40-Ai-Ci6-0-100-ACA	9597	4)Ci6LET40-Ai-Ci6-0-100-ACA	9854	4)Ci6LET40-Ai-Ci6-0-100-ACA	10123
22)RfIPlata6Vir-0-100-ACA	8781	22)RfIPlata6Vir-0-100-ACA	9010	22)RfIPlata6Vir-0-100-ACA	9247	22)RfIPlata6Vir-0-100-ACA	9548	22)RfIPlata6Vir-0-100-ACA	9705
18)VcTBr6LEHST70+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	8770	18)VcTBr6LEHST70+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	8989	18)VcTBr6LEHST70+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	9177	18)VcTBr6LEHST70+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	9366	18)VcTBr6LEHST70+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	9578
15)VcTGr6LEHST70+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	8364	15)VcTGr6LEHST70+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	8524	15)VcTGr6LEHST70+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	8696	15)VcTGr6LEHST70+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	8858	15)VcTGr6LEHST70+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	9016
25)RfIAzul6+Ai6+Ci6Vir-0-100-ACA	8287	25)RfIAzul6+Ai6+Ci6Vir-0-100-ACA	8415	25)RfIAzul6+Ai6+Ci6Vir-0-100-ACA	8558	25)RfIAzul6+Ai6+Ci6Vir-0-100-ACA	8703	25)RfIAzul6+Ai6+Ci6Vir-0-100-ACA	8842
26)VcI6RRILET138+Ai6+Ci6LB-0-100-ACA	8205	26)VcI6RRILET138+Ai6+Ci6LB-0-100-ACA	8350	26)VcI6RRILET138+Ai6+Ci6LB-0-100-ACA	8491	26)VcI6RRILET138+Ai6+Ci6LB-0-100-ACA	8628	26)VcI6RRILET138+Ai6+Ci6LB-0-100-ACA	8760
19)VcTve6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	8076	19)VcTve6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	8199	19)VcTve6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	8317	19)VcTve6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	8430	19)VcTve6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	8541
16)VcTBr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	7929	16)VcTBr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	8025	16)VcTBr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	8116	16)VcTBr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	8202	16)VcTBr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	8286
13)VcTGr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	7712	13)VcTGr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	7721	13)VcTGr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	7824	13)VcTGr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	7872	13)VcTGr6LET40+Ai+Ci6LB-0-100-ACA	7918
24)RfIPlata6+Ai6+Ci6Vir-0-100-ACA	6901	24)RfIPlata6+Ai6+Ci6Vir-0-100-ACA	6794	24)RfIPlata6+Ai6+Ci6Vir-0-100-ACA	6658	24)RfIPlata6+Ai6+Ci6Vir-0-100-ACA	6517	24)RfIPlata6+Ai6+Ci6Vir-0-100-ACA	6383

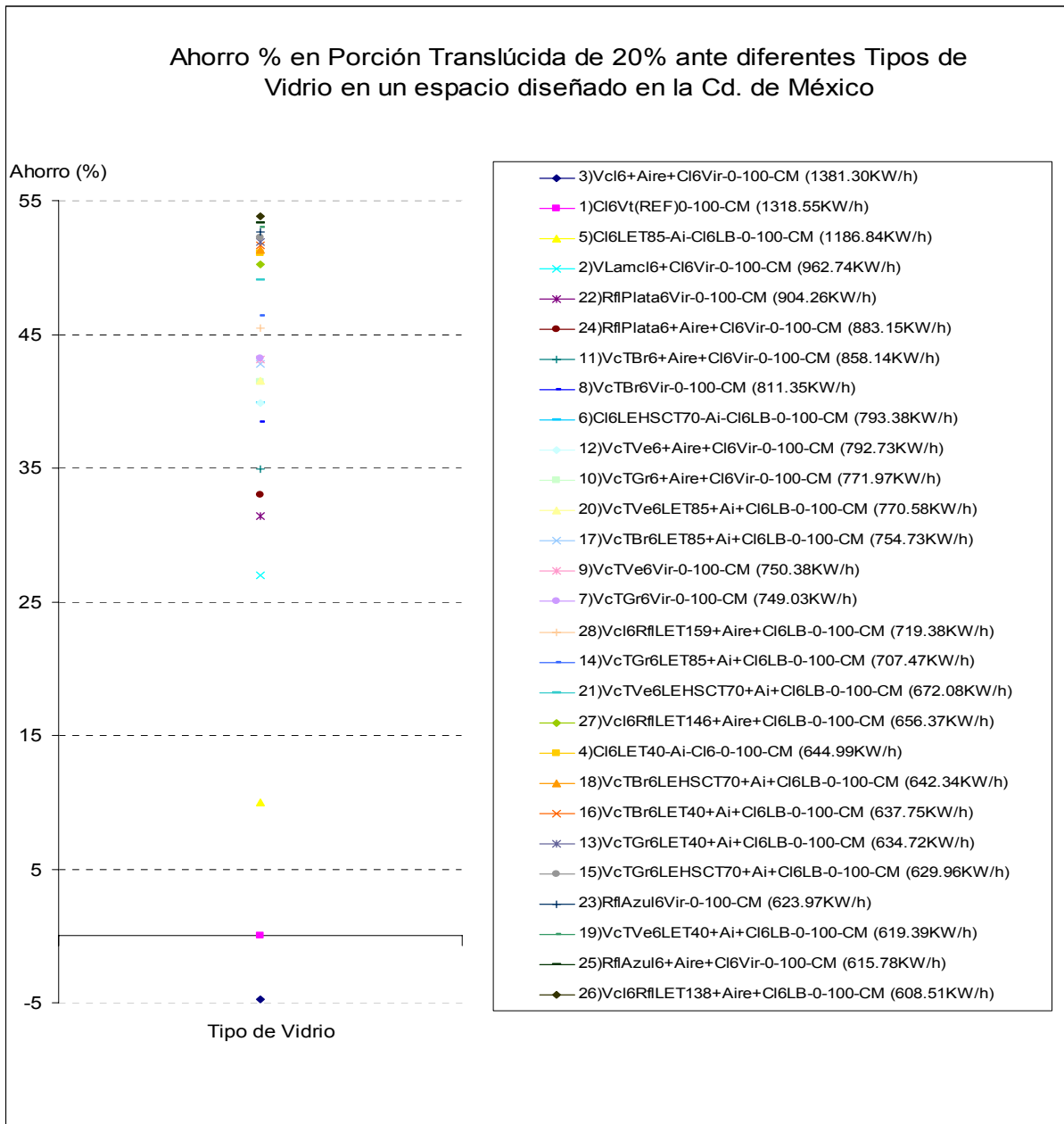
COMPORTAMIENTO EN EL CONSUMO (KW/h) EN FUNCIÓN DE LA PROPORCIÓN DE LA PORCIÓN TRANSLÚCIDA EN UN ESPACIO DISEÑADO Y CON UBICACIÓN GEOGRÁFICA EN ACAPULCO.

ANEXO F
AHORRO PORCENTUAL EN PORCIÓN TRANSLÚCIDA EN DIFERENTES
PROPORCIONES, EN UN ESPACIO DISEÑADO Y CON UBICACIÓN GEOGRÁFICA EN
LAS CIUDADES DE MÉXICO, ACAPULCO Y MEXICALI.

Anexo F



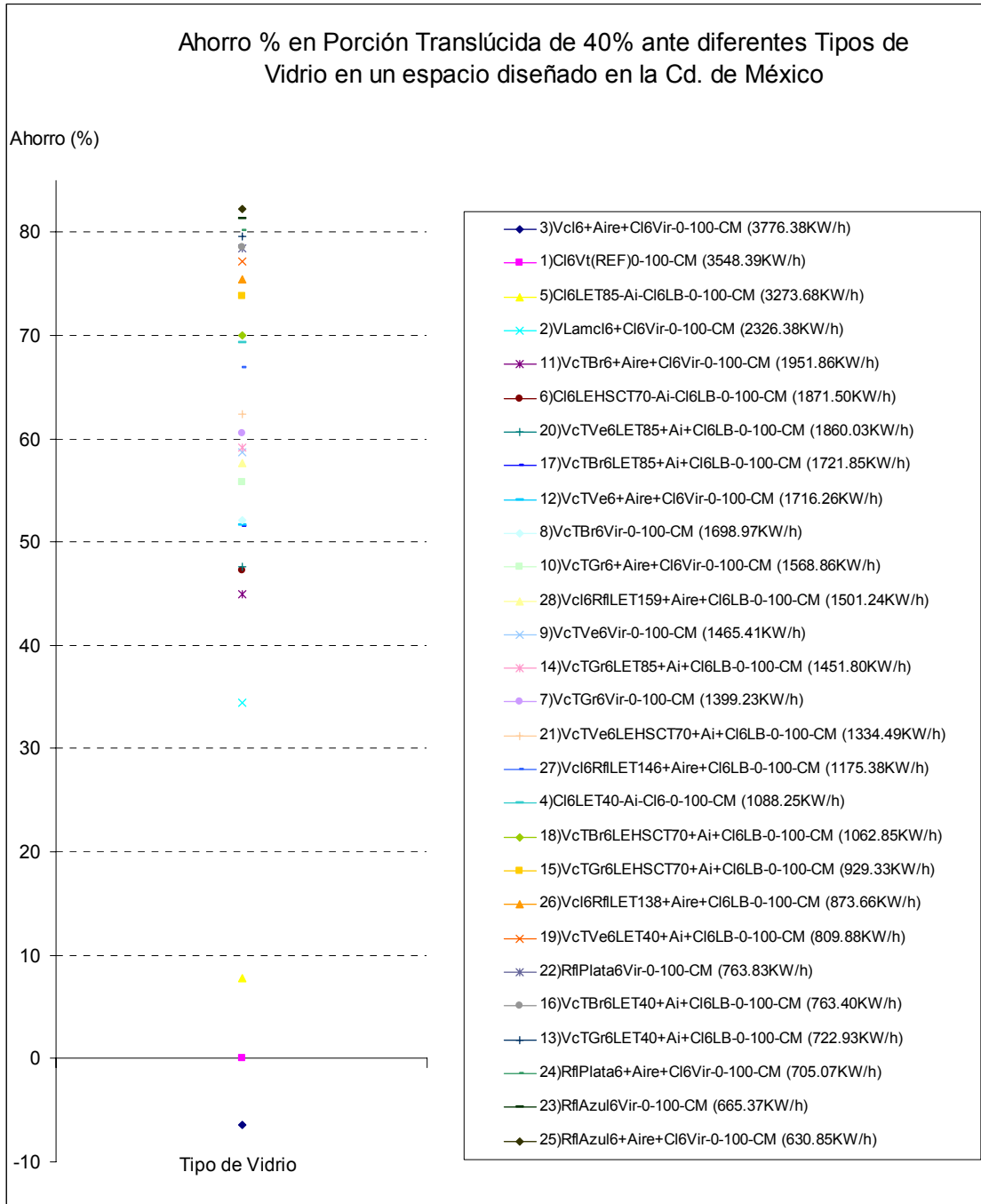
AHORRO % EN PORCIÓN TRANSLÚCIDA DE 10% ANTE DIFERENTES TIPOS DE VIDRIO EN UN ESPACIO DISEÑADO EN LA CD. DE MÉXICO.



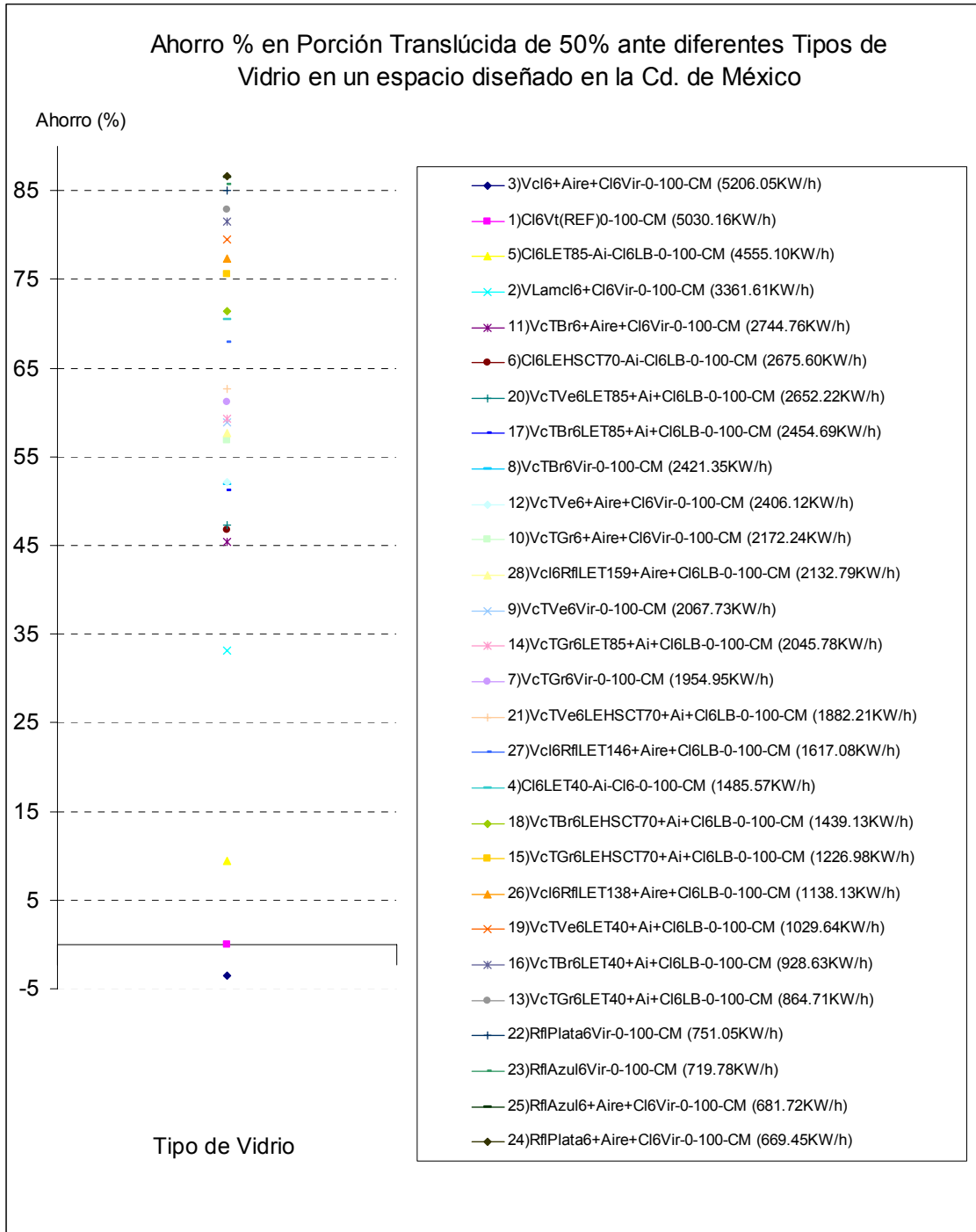
AHORRO % EN PORCIÓN TRANSLÚCIDA DE 20% ANTE DIFERENTES TIPOS DE VIDRIO EN UN ESPACIO DISEÑADO EN LA CD. DE MÉXICO.



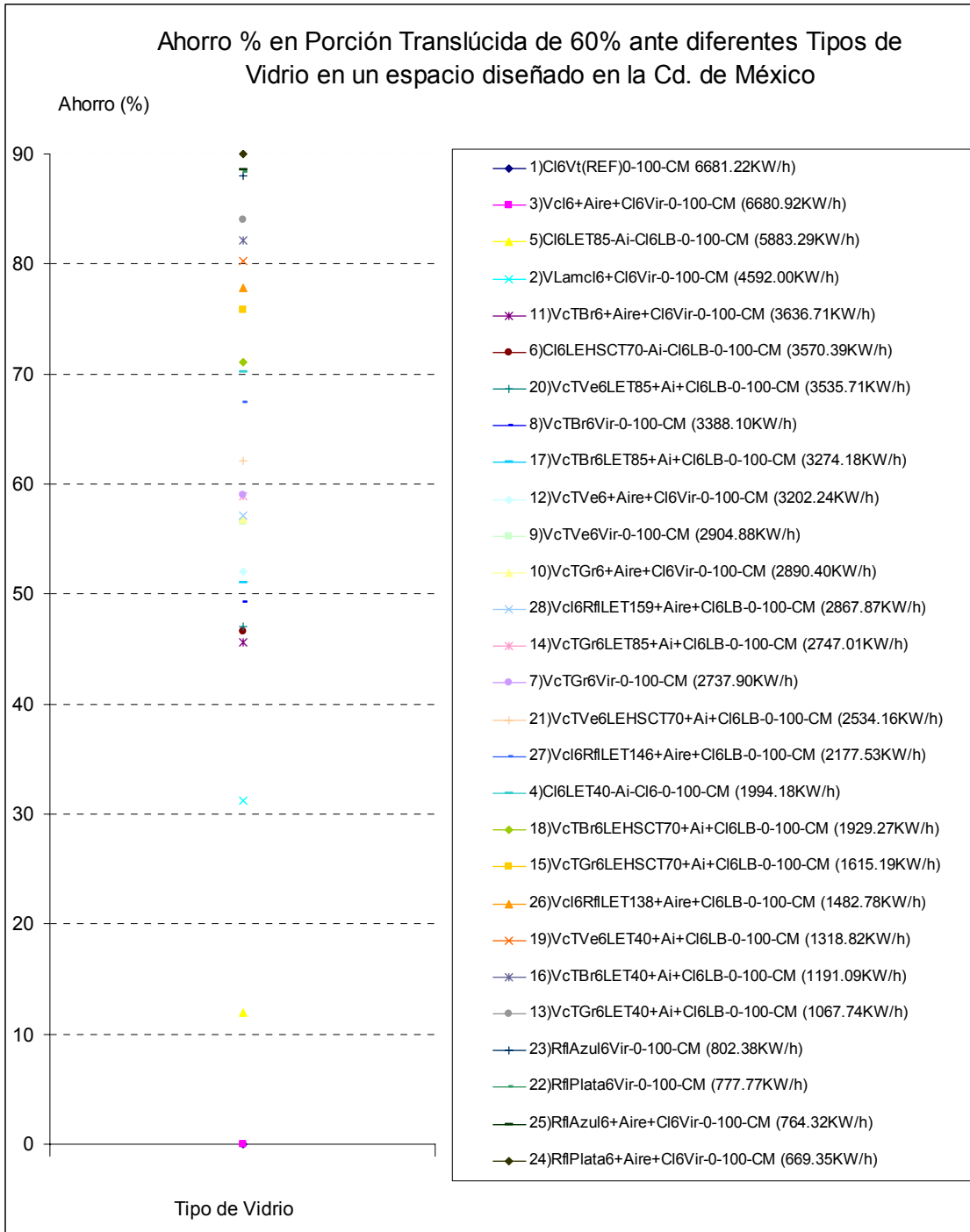
AHORRO % EN PORCIÓN TRANSLÚCIDA DE 30% ANTE DIFERENTES TIPOS DE VIDRIO EN UN ESPACIO DISEÑADO EN LA CD. DE MÉXICO.



AHORRO % EN PORCIÓN TRANSLÚCIDA DE 40% ANTE DIFERENTES TIPOS DE VIDRIO EN UN ESPACIO DISEÑADO EN LA CD. DE MÉXICO.

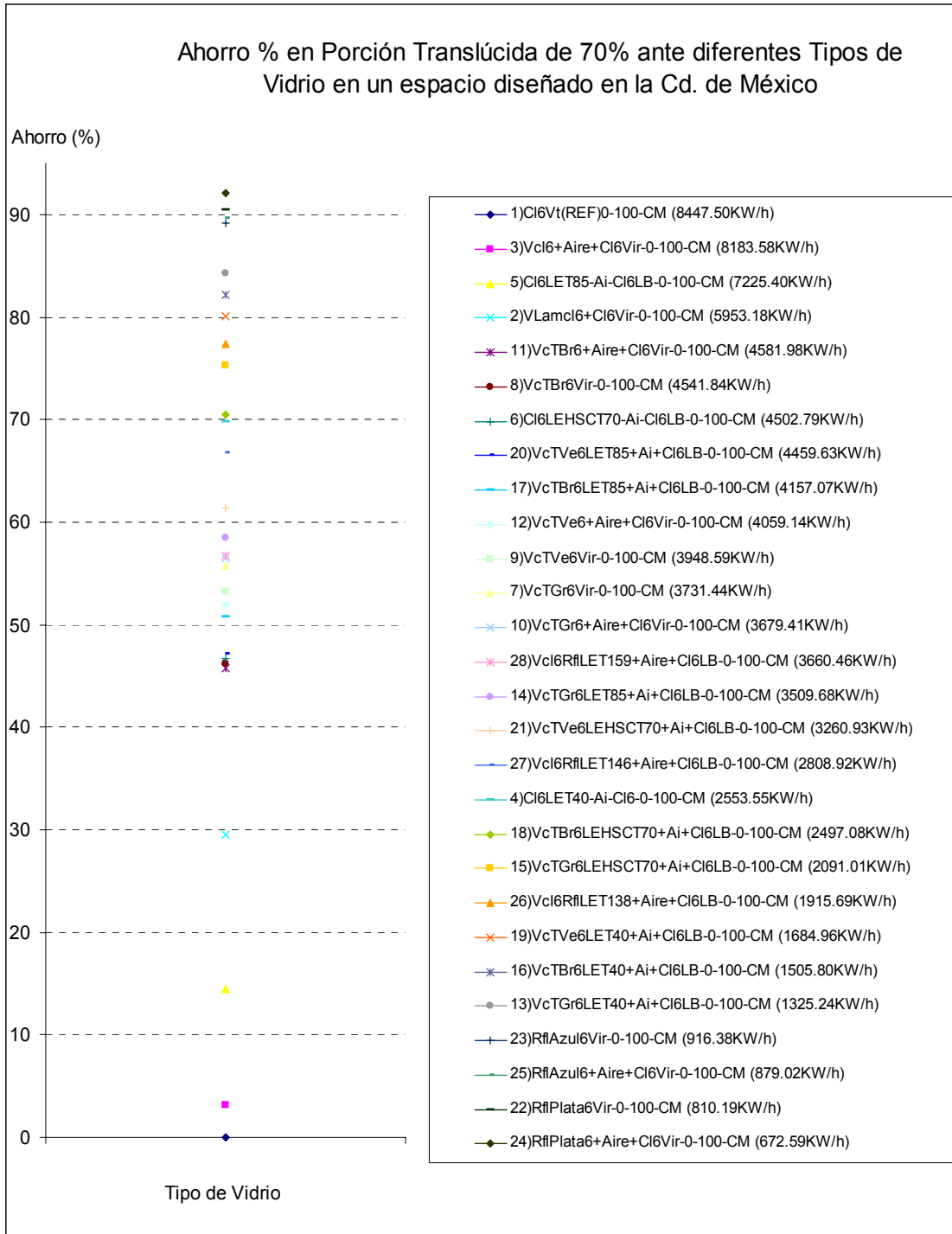


AHORRO % EN PORCIÓN TRANSLÚCIDA DE 50% ANTE DIFERENTES TIPOS DE VIDRIO EN UN ESPACIO DISEÑADO EN LA CD. DE MÉXICO.



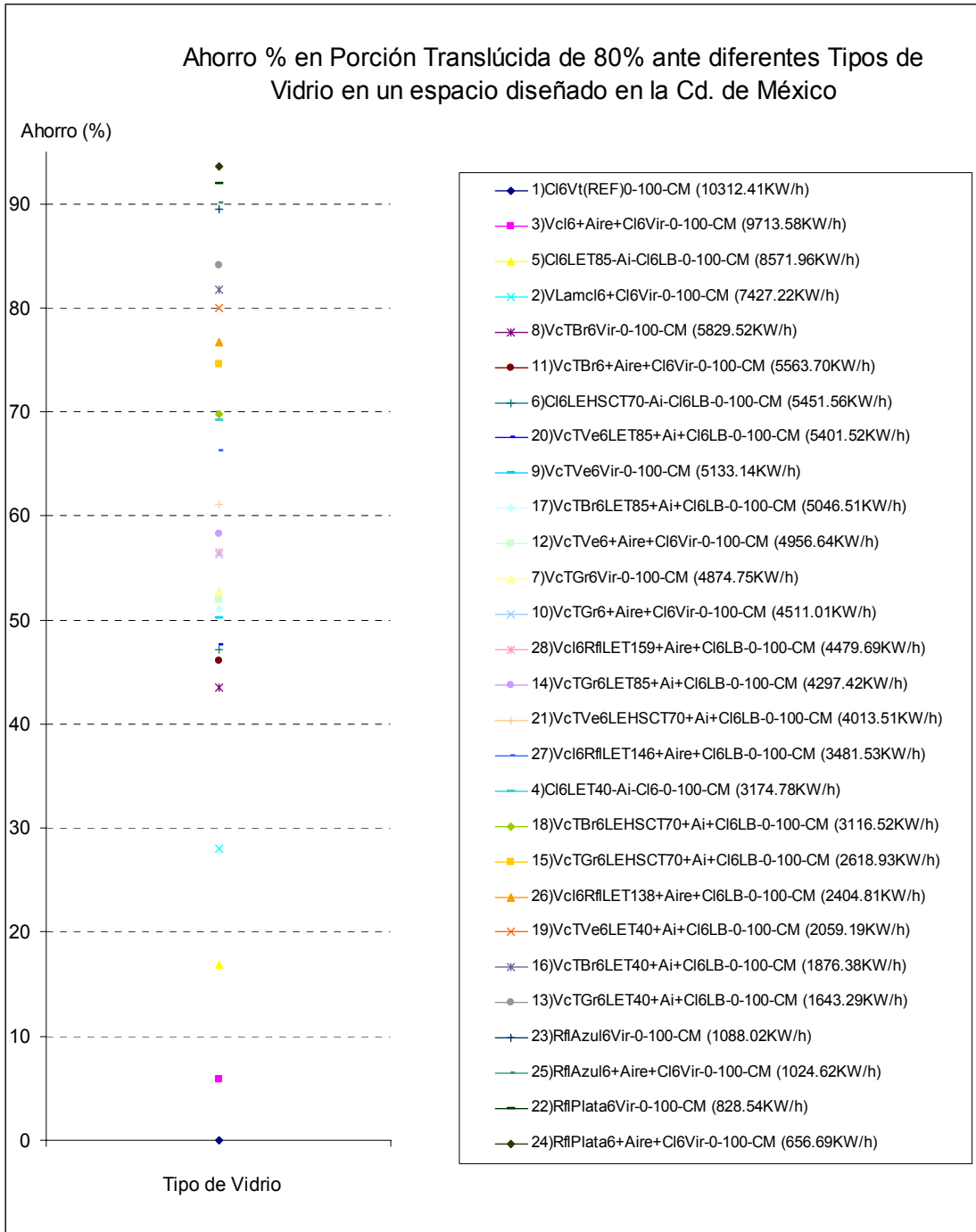
AHORRO % EN PORCIÓN TRANSLÚCIDA DE 60% ANTE DIFERENTES TIPOS DE VIDRIO EN UN ESPACIO DISEÑADO EN LA CD. DE MÉXICO.

Anexo F



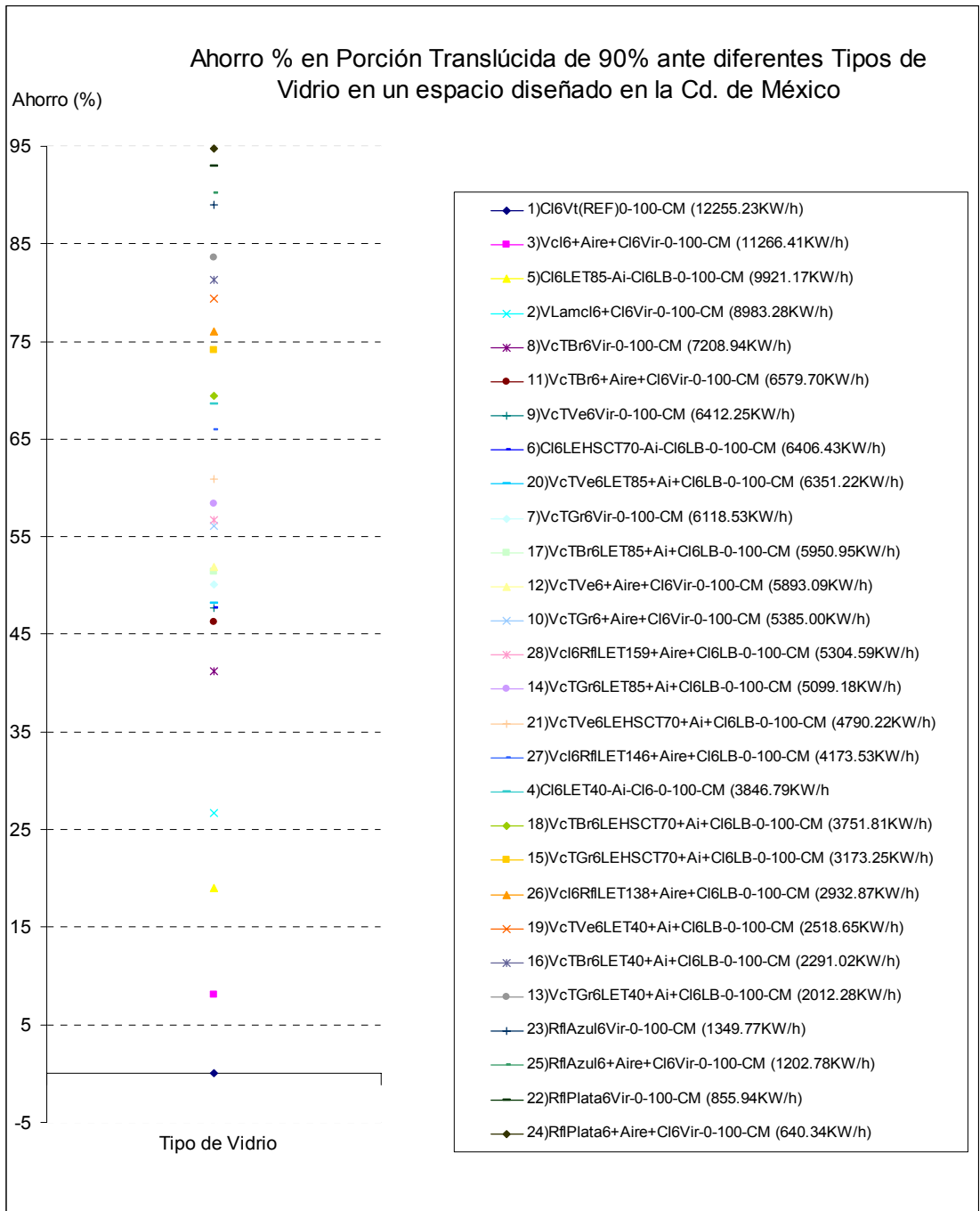
AHORRO % EN PORCIÓN TRANSLÚCIDA DE 70% ANTE DIFERENTES TIPOS DE VIDRIO EN UN ESPACIO DISEÑADO EN LA CD. DE MÉXICO.

Anexo F



AHORRO % EN PORCIÓN TRANSLÚCIDA DE 80% ANTE DIFERENTES TIPOS DE VIDRIO EN UN ESPACIO DISEÑADO EN LA CD. DE MÉXICO.

Anexo F

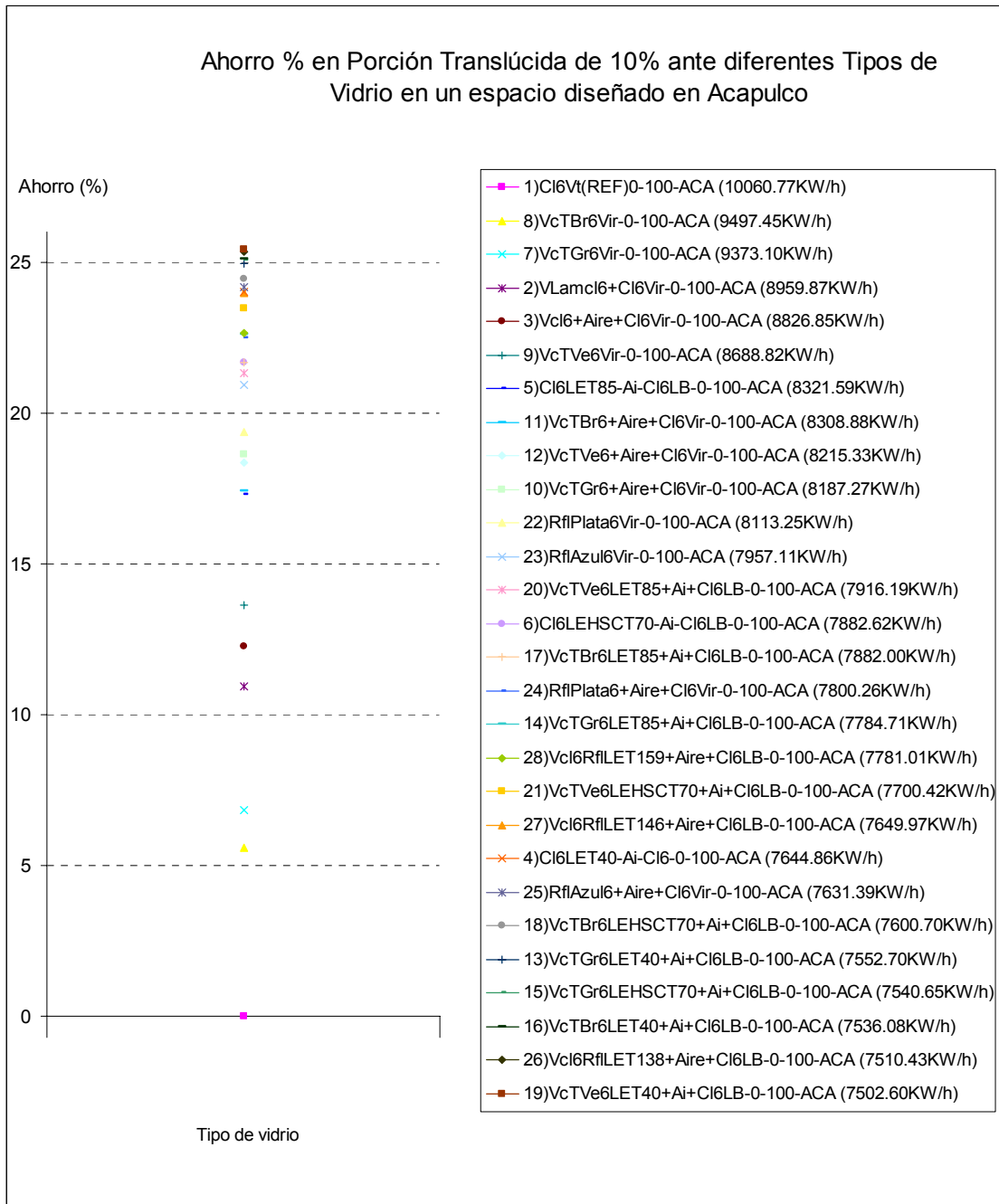


AHORRO % EN PORCIÓN TRANSLÚCIDA DE 90% ANTE DIFERENTES TIPOS DE VIDRIO EN UN ESPACIO DISEÑADO EN LA CD. DE MÉXICO.

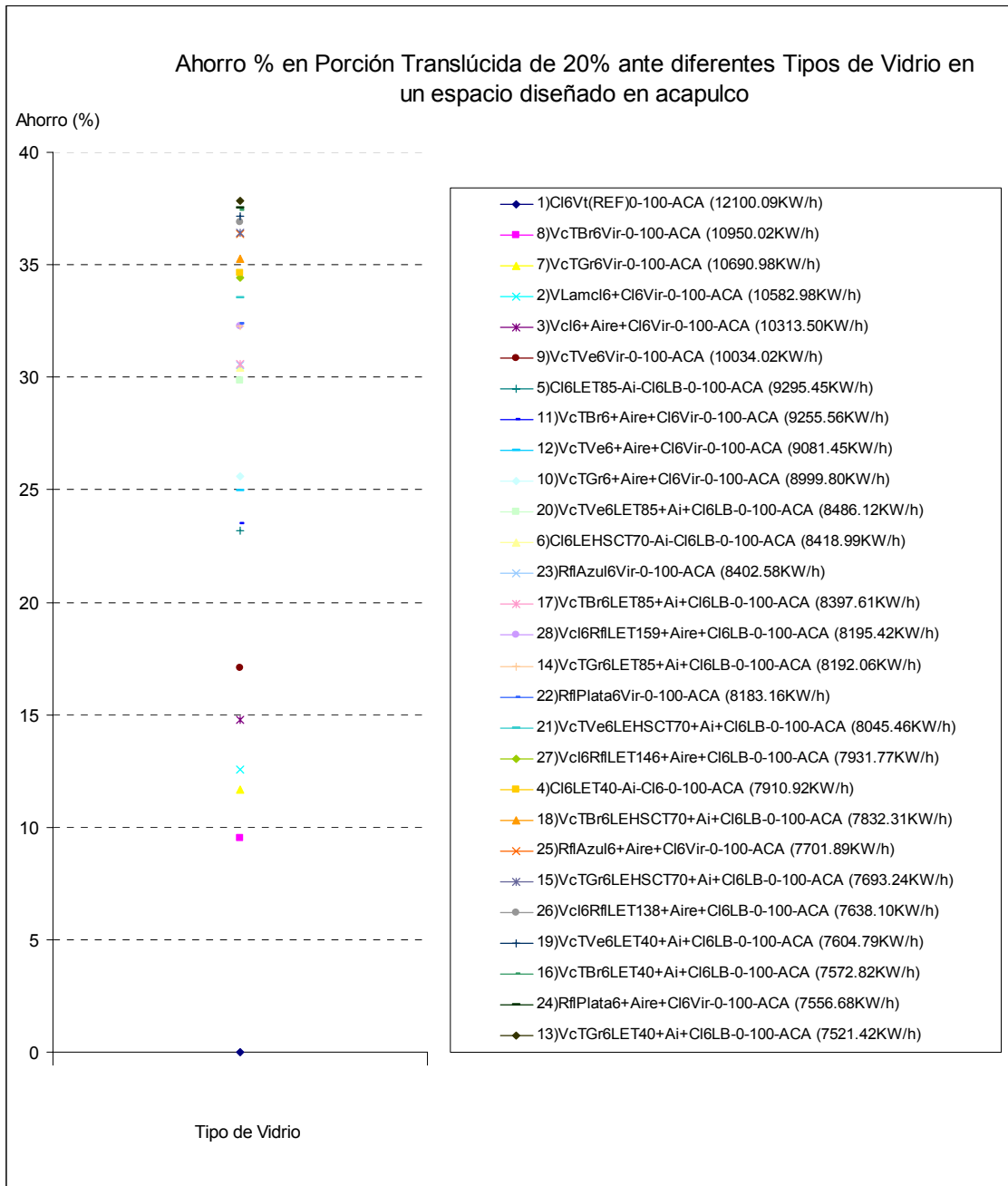
Anexo F



AHORRO % EN PORCIÓN TRANSLÚCIDA DE 100% ANTE DIFERENTES TIPOS DE VIDRIO EN UN ESPACIO DISEÑADO EN LA CD. DE MÉXICO.

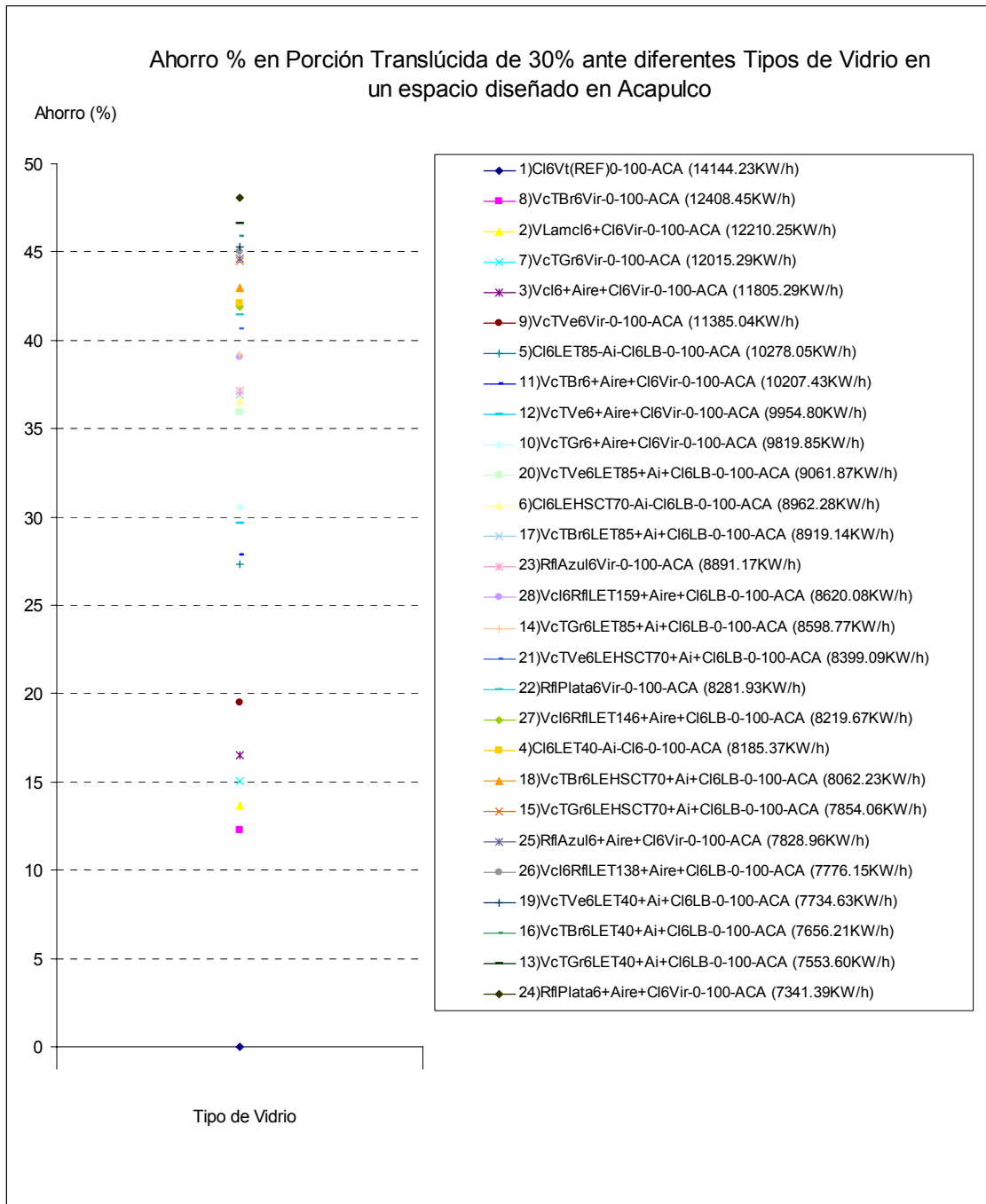


AHORRO % EN PORCIÓN TRANSLÚCIDA DE 10% ANTE DIFERENTES TIPOS DE VIDRIO EN UN ESPACIO DISEÑADO EN ACAPULCO.

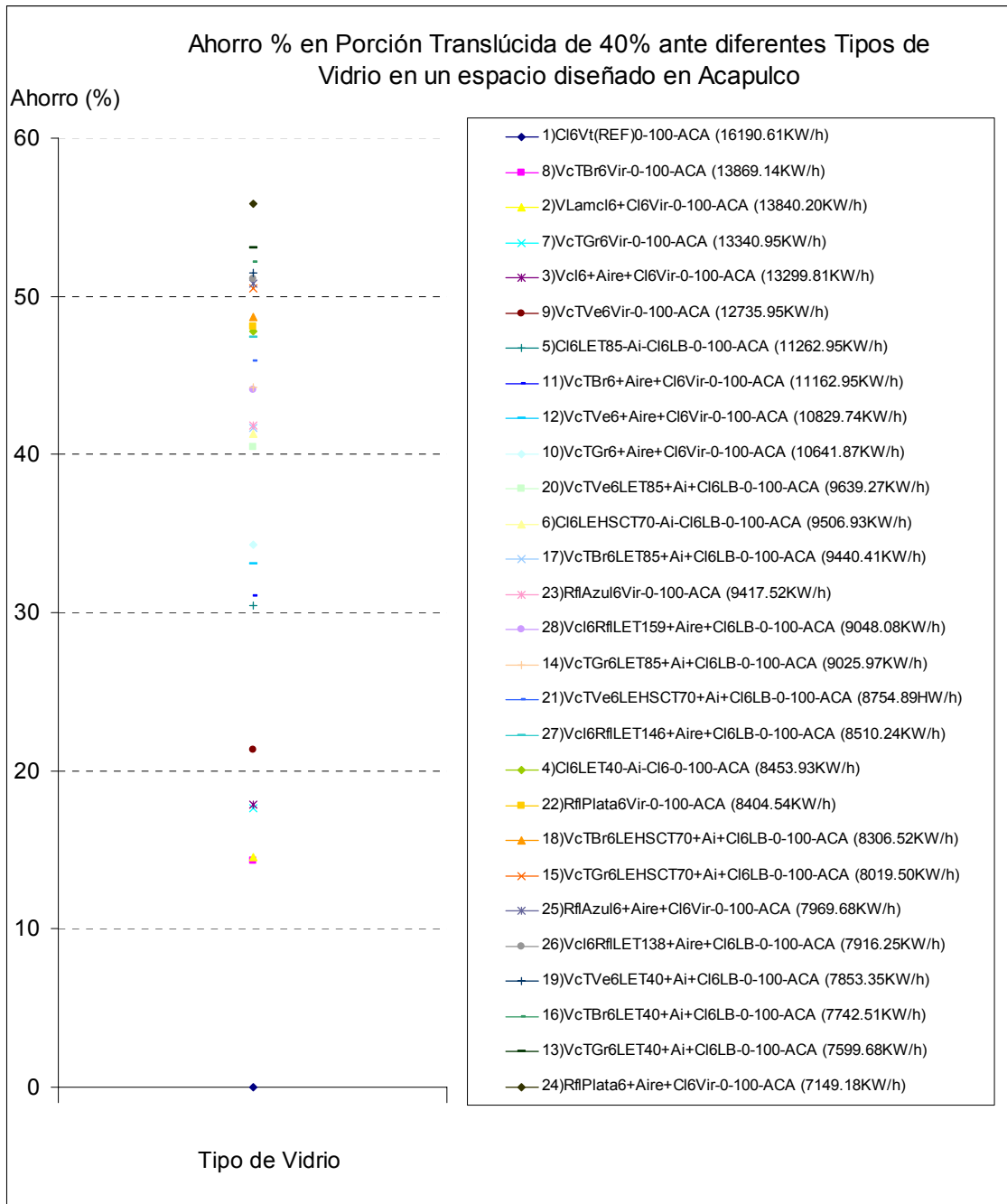


AHORRO % EN PORCIÓN TRANSLÚCIDA DE 20% ANTE DIFERENTES TIPOS DE VIDRIO EN UN ESPACIO DISEÑADO EN ACAPULCO.

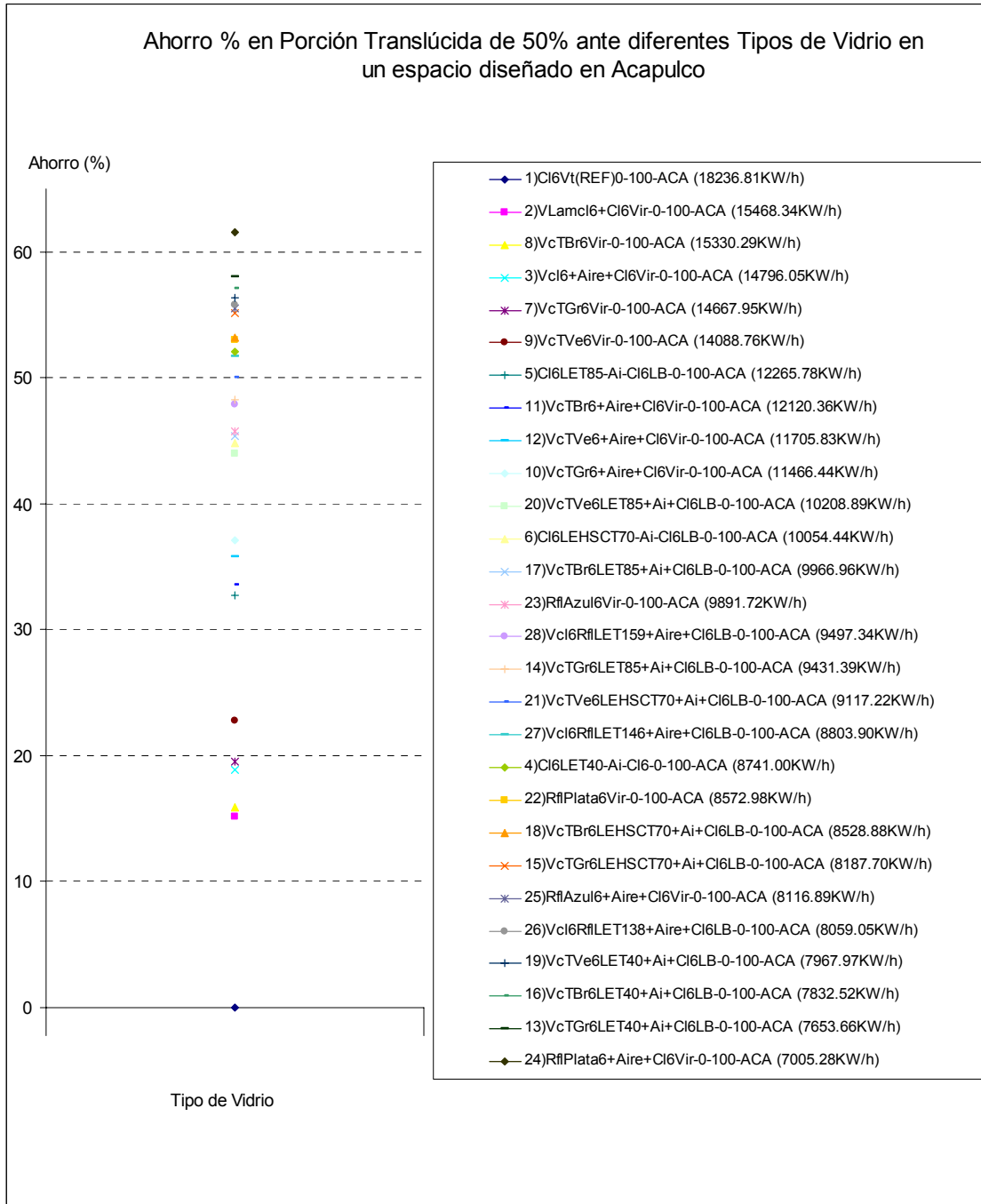
Anexo F



AHORRO % EN PORCIÓN TRANSLÚCIDA DE 30% ANTE DIFERENTES TIPOS DE VIDRIO EN UN ESPACIO DISEÑADO EN ACAPULCO.

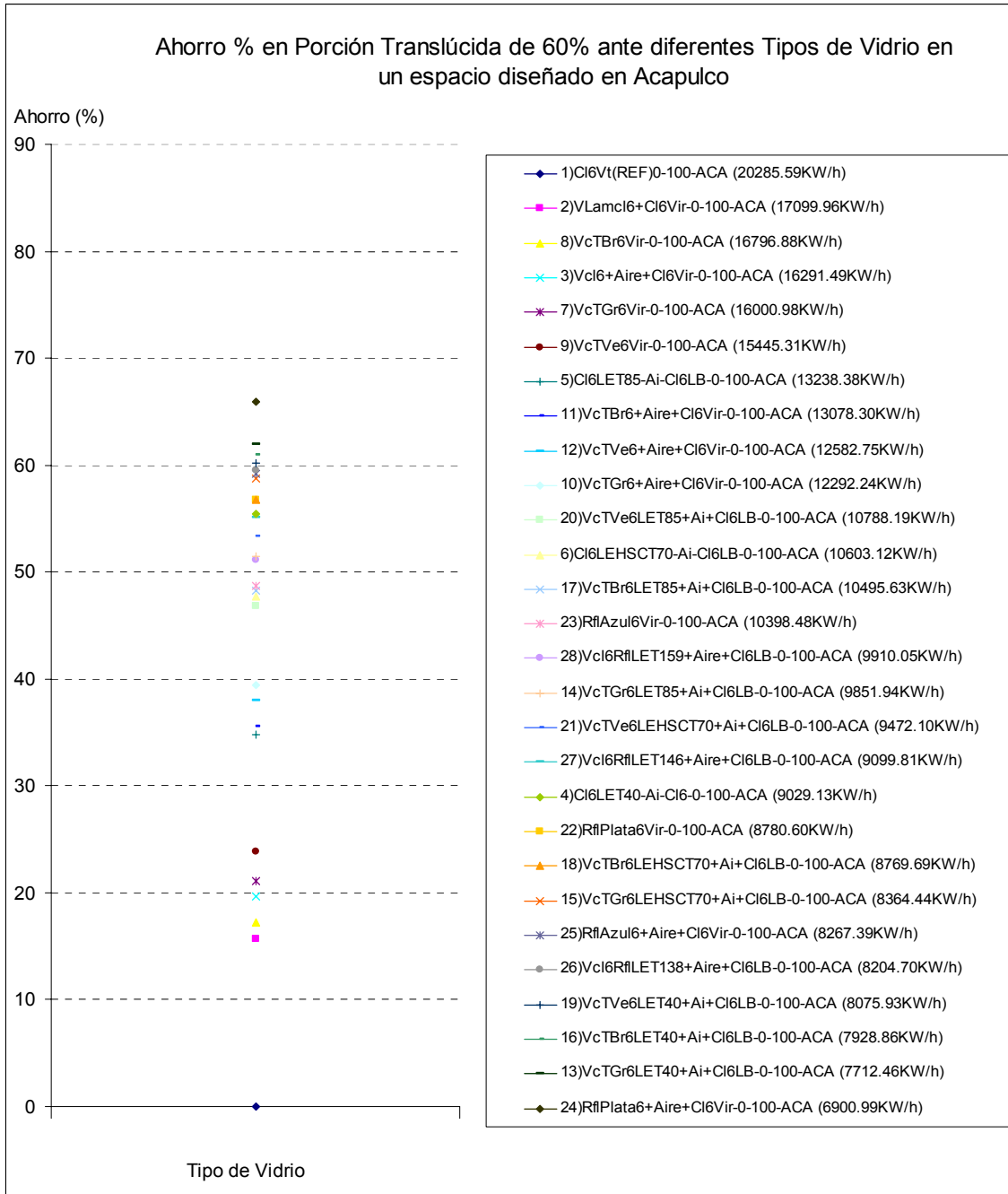


AHORRO % EN PORCIÓN TRANSLÚCIDA DE 40% ANTE DIFERENTES TIPOS DE VIDRIO EN UN ESPACIO DISEÑADO EN ACAPULCO.

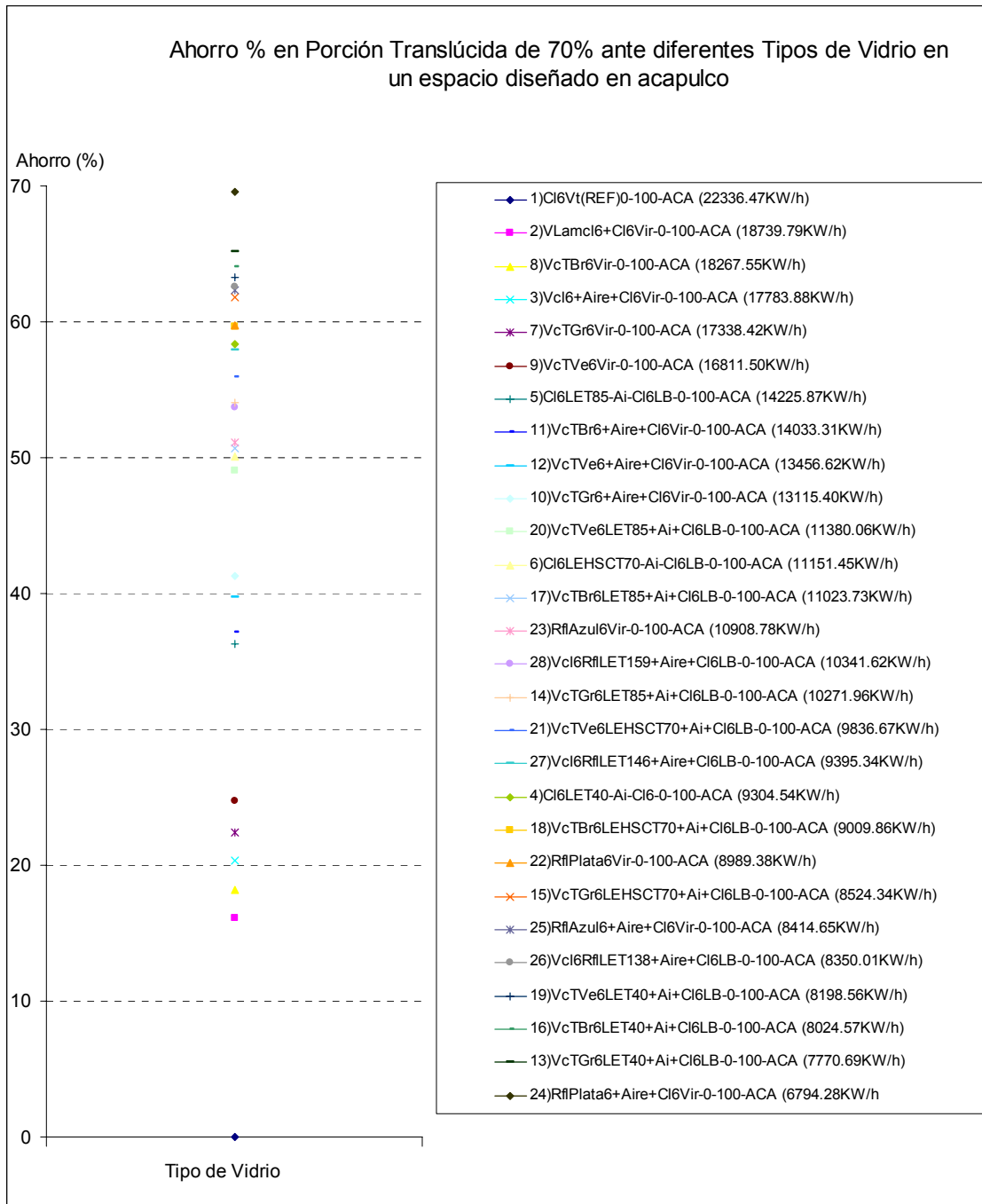


AHORRO % EN PORCIÓN TRANSLÚCIDA DE 50% ANTE DIFERENTES TIPOS DE VIDRIO EN UN ESPACIO DISEÑADO EN ACAPULCO.

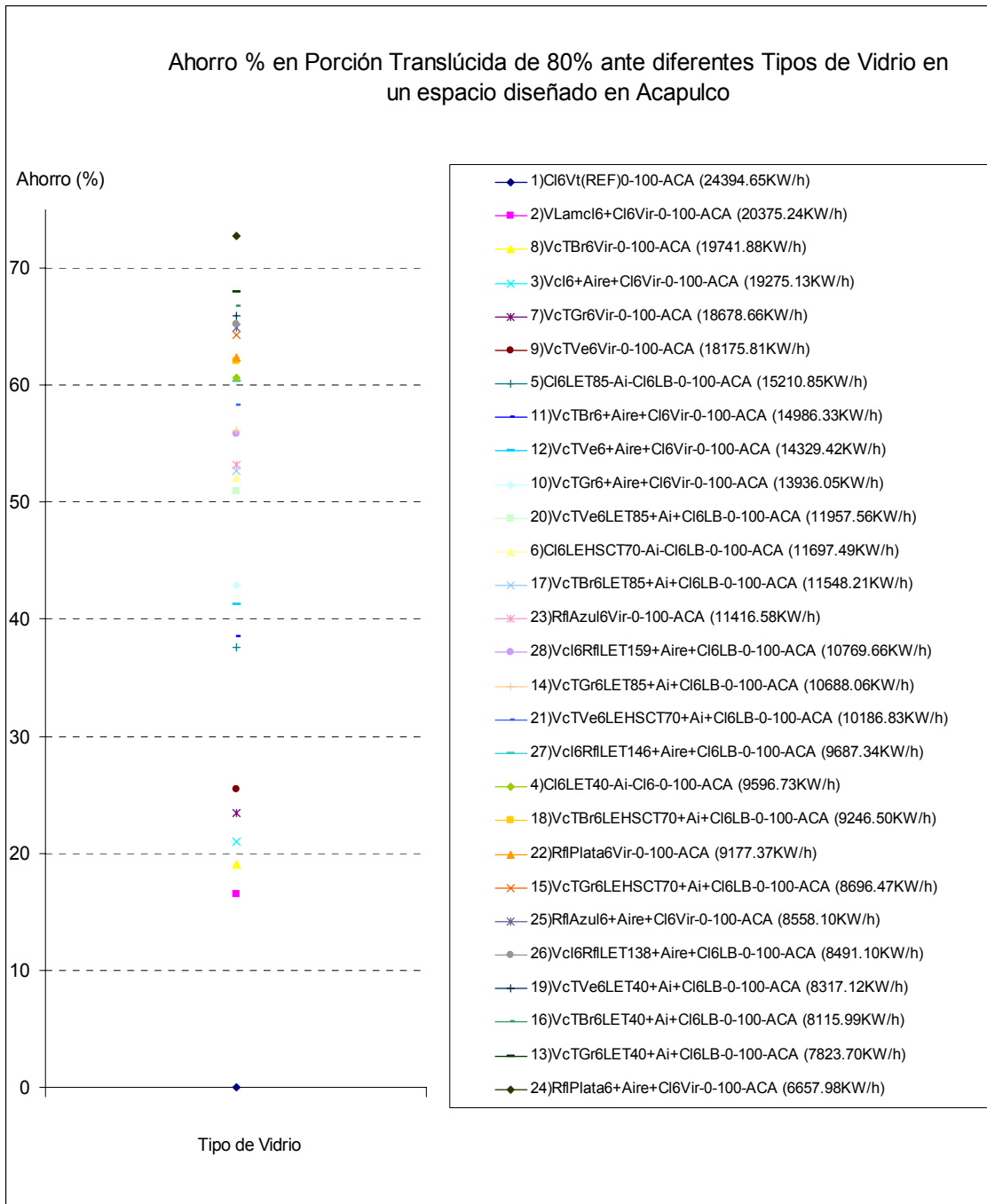
Anexo F



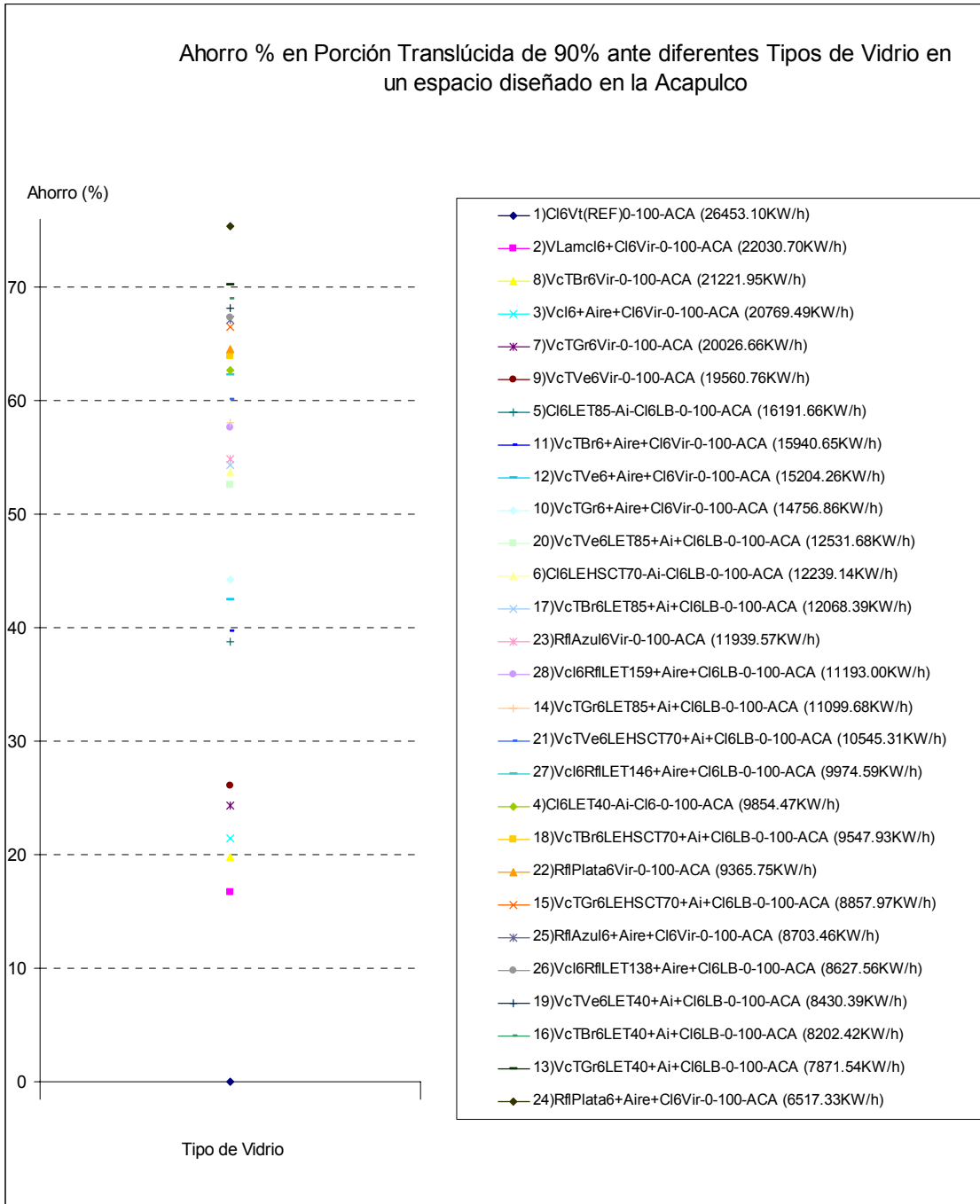
AHORRO % EN PORCIÓN TRANSLÚCIDA DE 60% ANTE DIFERENTES TIPOS DE VIDRIO EN UN ESPACIO DISEÑADO EN ACAPULCO.



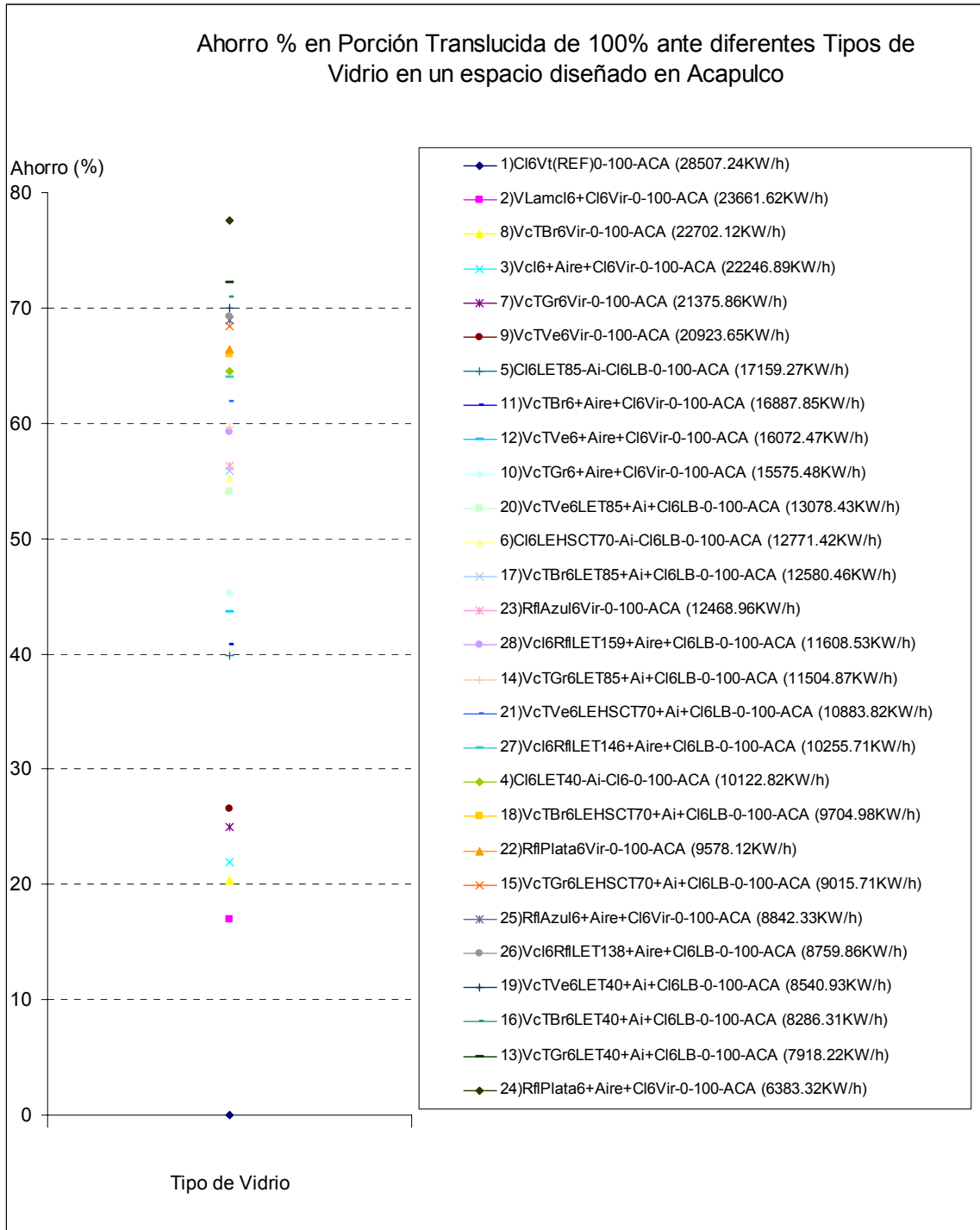
AHORRO % EN PORCIÓN TRANSLÚCIDA DE 70% ANTE DIFERENTES TIPOS DE VIDRIO EN UN ESPACIO DISEÑADO EN ACAPULCO.



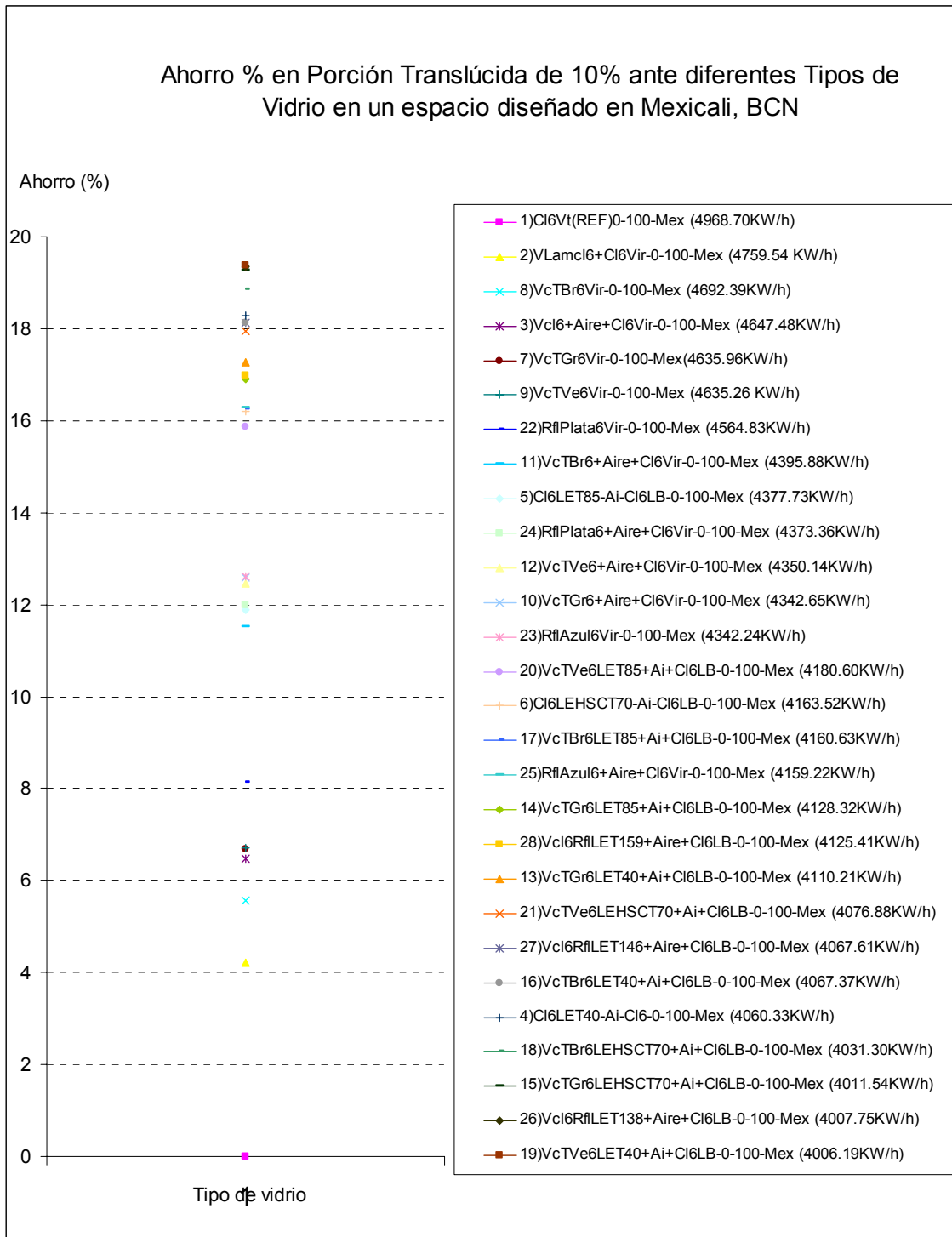
AHORRO % EN PORCIÓN TRANSLÚCIDA DE 80% ANTE DIFERENTES TIPOS DE VIDRIO EN UN ESPACIO DISEÑADO EN ACAPULCO.



AHORRO % EN PORCIÓN TRANSLÚCIDA DE 90% ANTE DIFERENTES TIPOS DE VIDRIO EN UN ESPACIO DISEÑADO EN ACAPULCO.

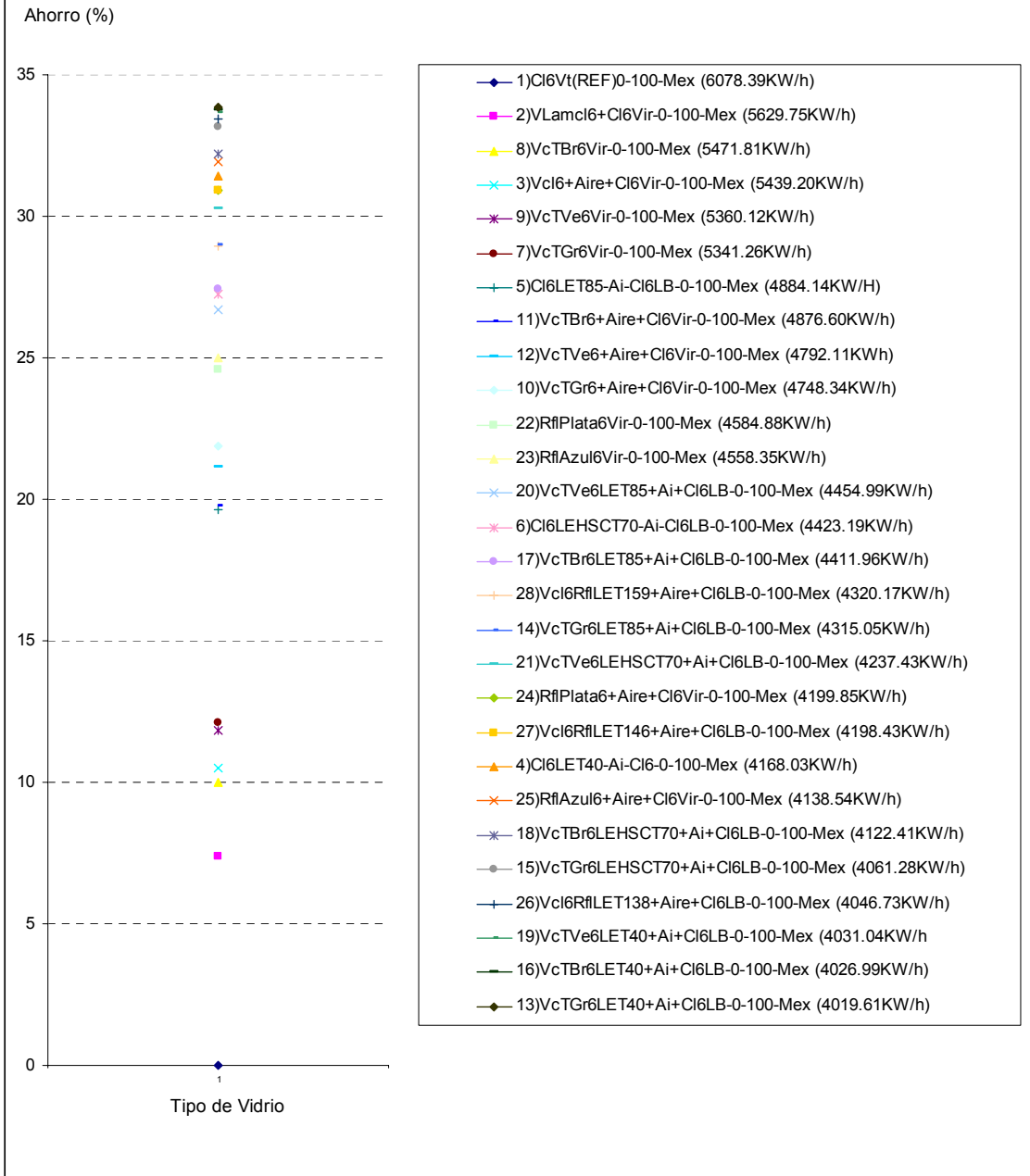


AHORRO % EN PORCIÓN TRANSLÚCIDA DE 100% ANTE DIFERENTES TIPOS DE VIDRIO EN UN ESPACIO DISEÑADO EN ACAPULCO

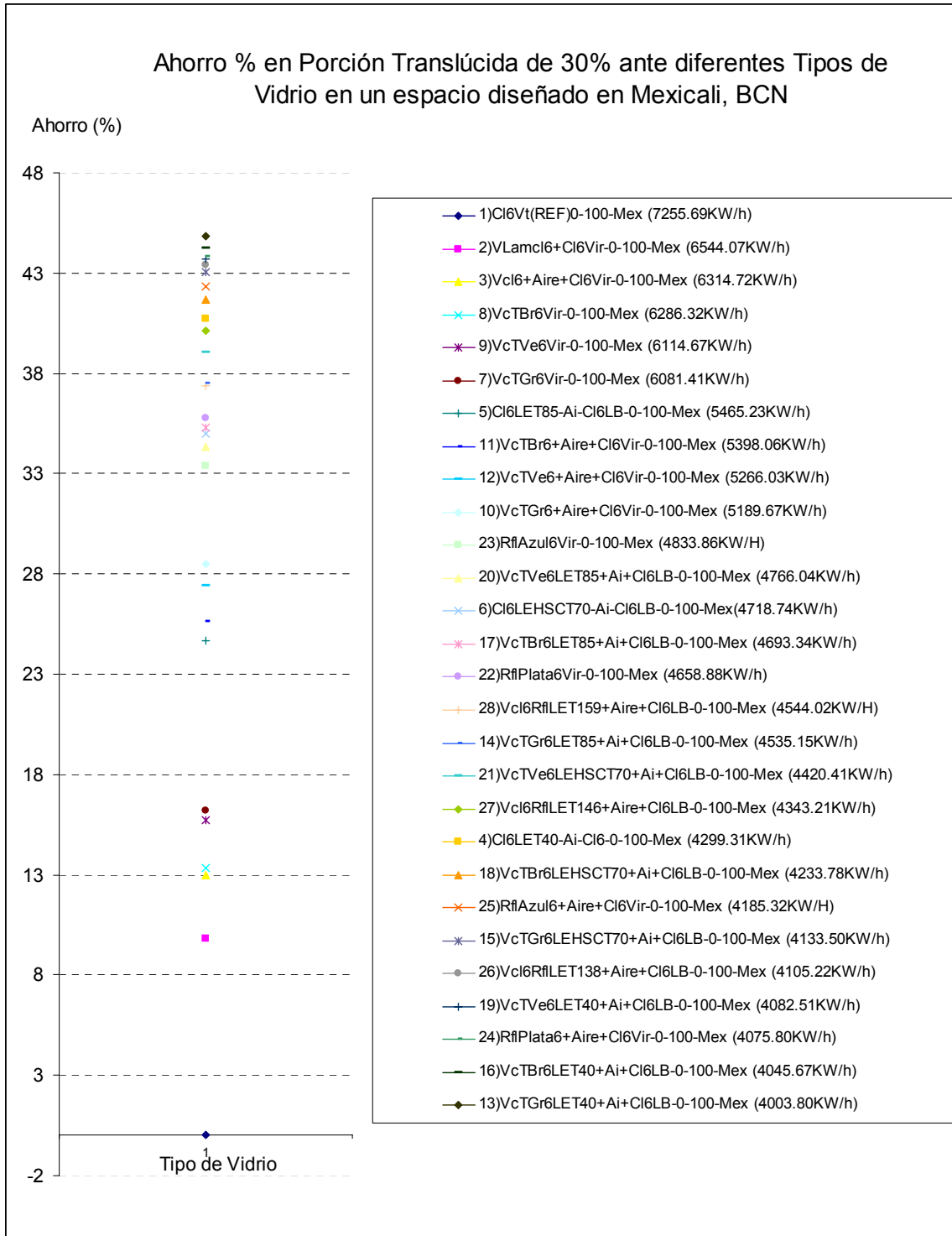


AHORRO % EN PORCIÓN TRANSLÚCIDA DE 10% ANTE DIFERENTES TIPOS DE VIDRIO EN UN ESPACIO DISEÑADO EN MEXICALI, BCN

Ahorro % en Porción Translúcida de 20% ante diferentes Tipos de Vidrio en un espacio diseñado en Mexicali, BCN

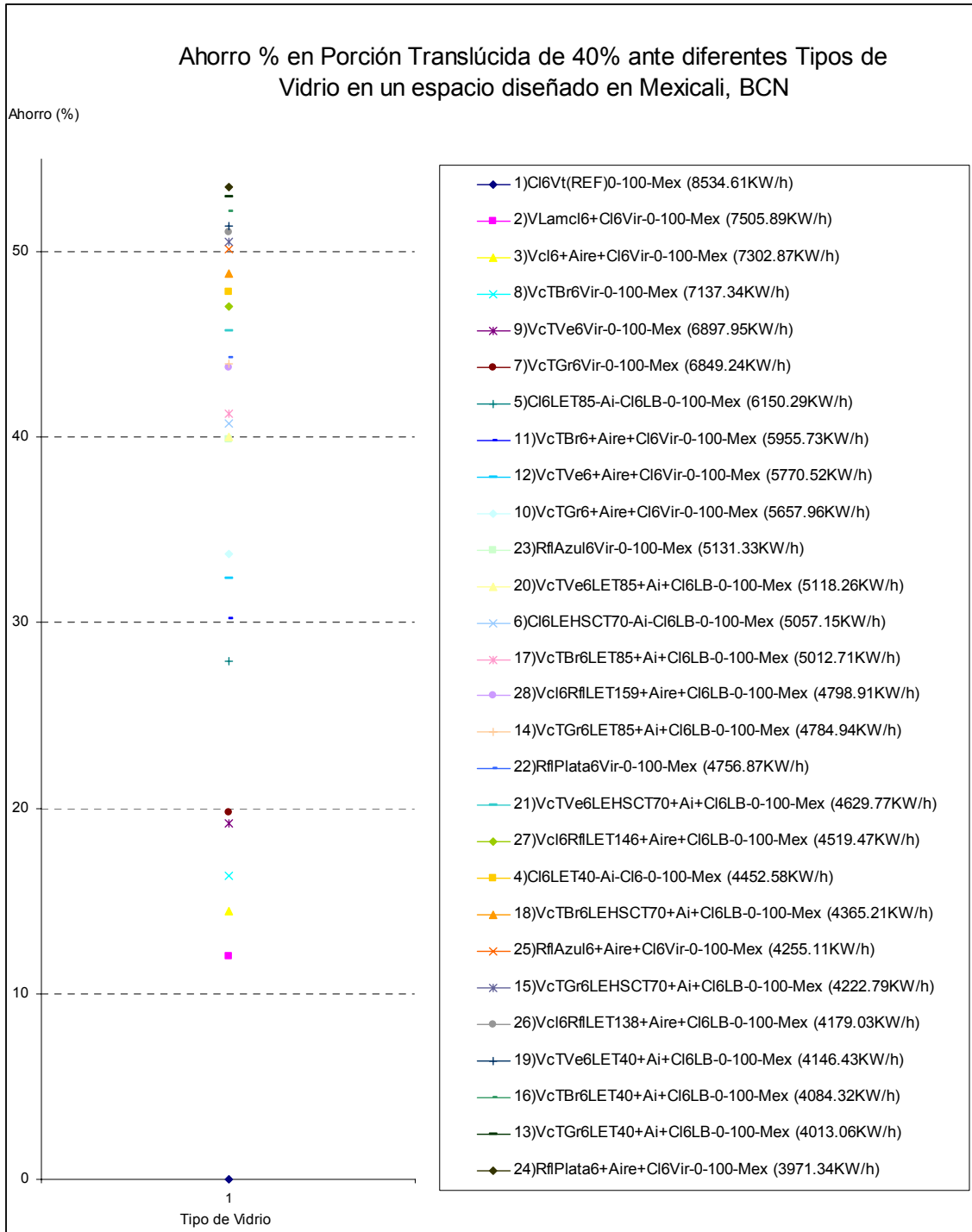


AHORRO % EN PORCIÓN TRANSLÚCIDA DE 20% ANTE DIFERENTES TIPOS DE VIDRIO EN UN ESPACIO DISEÑADO EN MEXICALI, BCN



AHORRO % EN PORCIÓN TRANSLÚCIDA DE 30% ANTE DIFERENTES TIPOS DE VIDRIO EN UN ESPACIO DISEÑADO EN MEXICALI, BCN

Anexo F

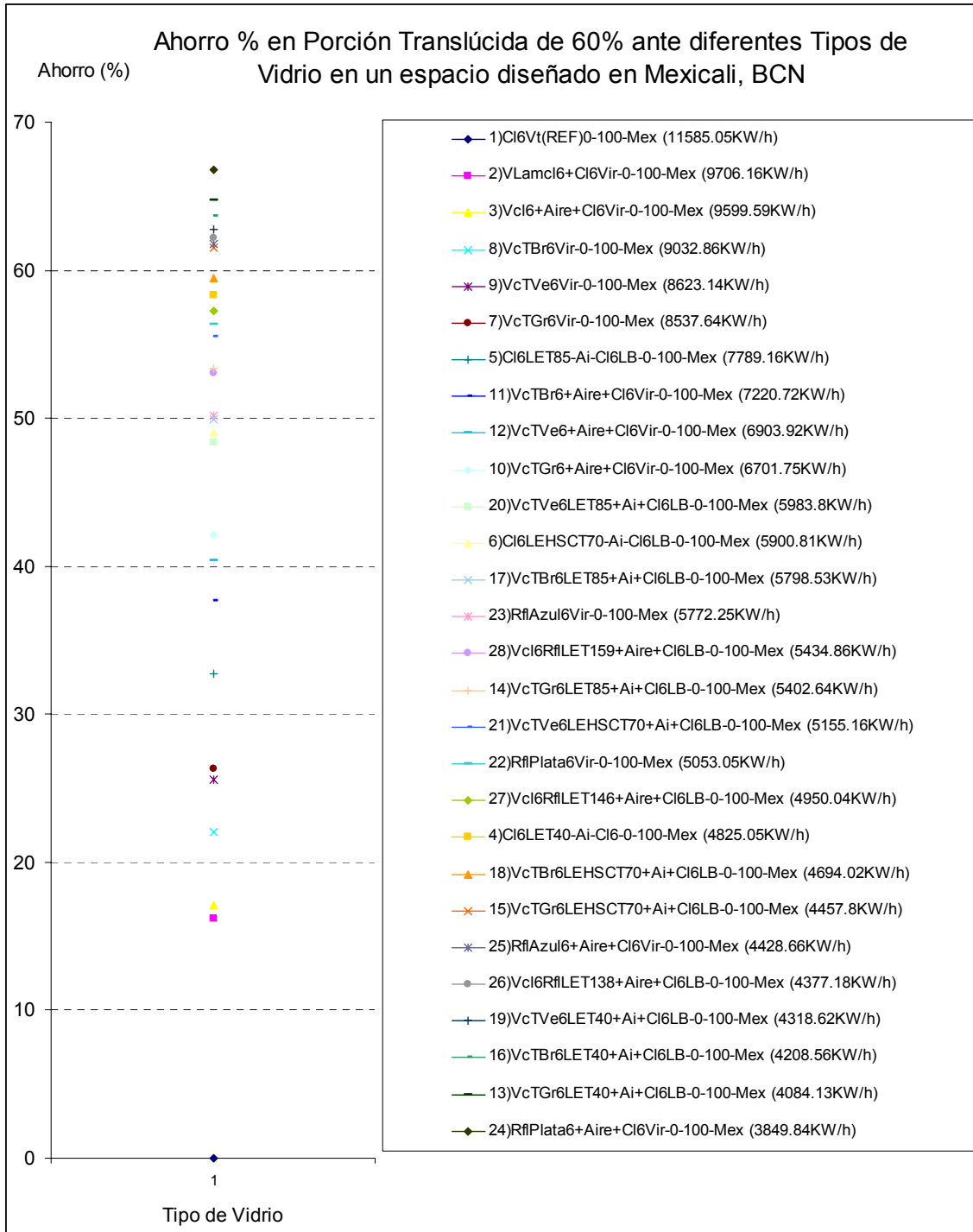


AHORRO % EN PORCIÓN TRANSLÚCIDA DE 40% ANTE DIFERENTES TIPOS DE VIDRIO EN UN ESPACIO DISEÑADO EN MEXICALI, BCN



AHORRO % EN PORCIÓN TRANSLÚCIDA DE 50% ANTE DIFERENTES TIPOS DE VIDRIO EN UN ESPACIO DISEÑADO EN MEXICALI, BCN

Anexo F

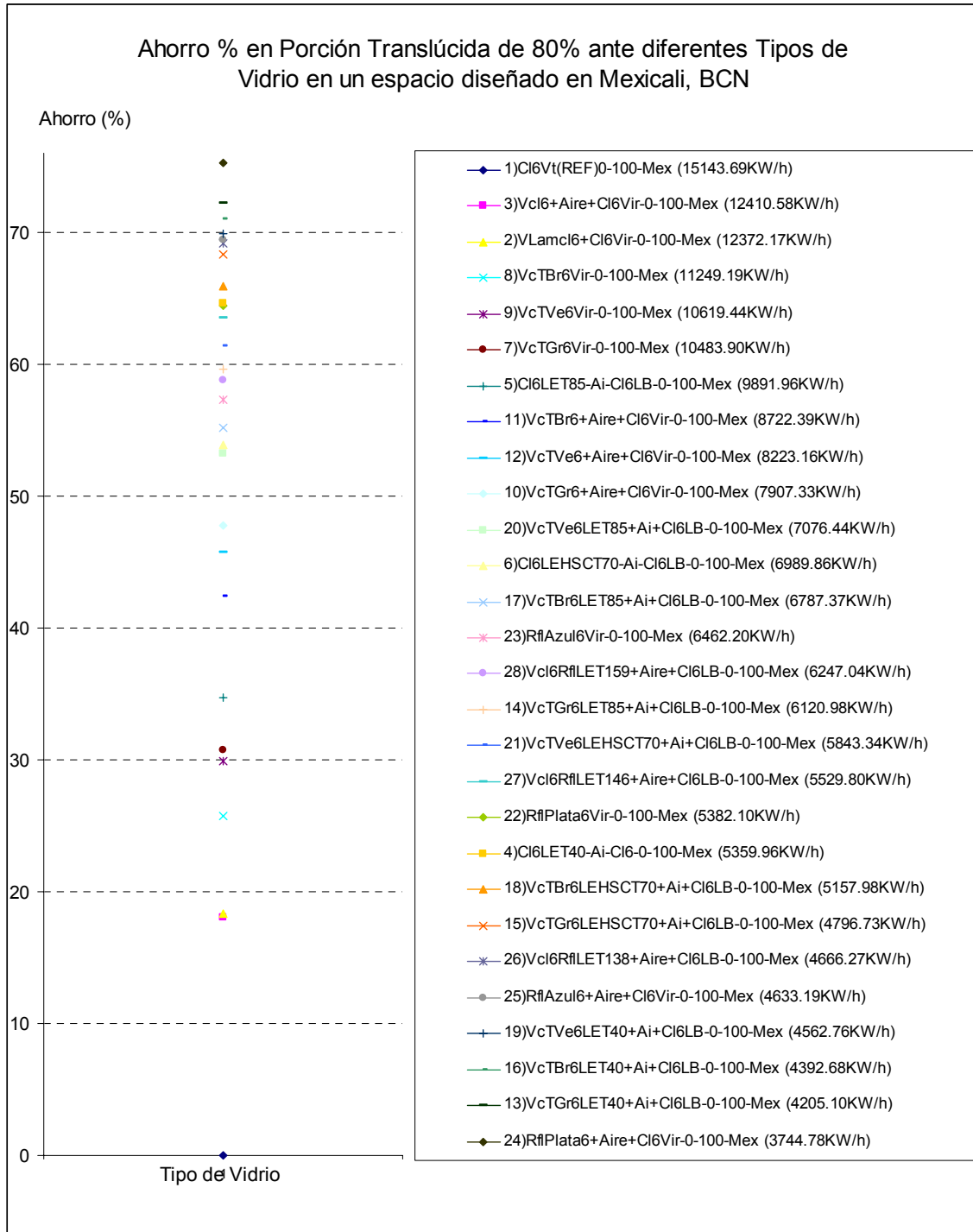


AHORRO % EN PORCIÓN TRANSLÚCIDA DE 60% ANTE DIFERENTES TIPOS DE VIDRIO EN UN ESPACIO DISEÑADO EN MEXICALI, BCN

Anexo F



AHORRO % EN PORCIÓN TRANSLÚCIDA DE 70% ANTE DIFERENTES TIPOS DE VIDRIO EN UN ESPACIO DISEÑADO EN MEXICALI, BCN



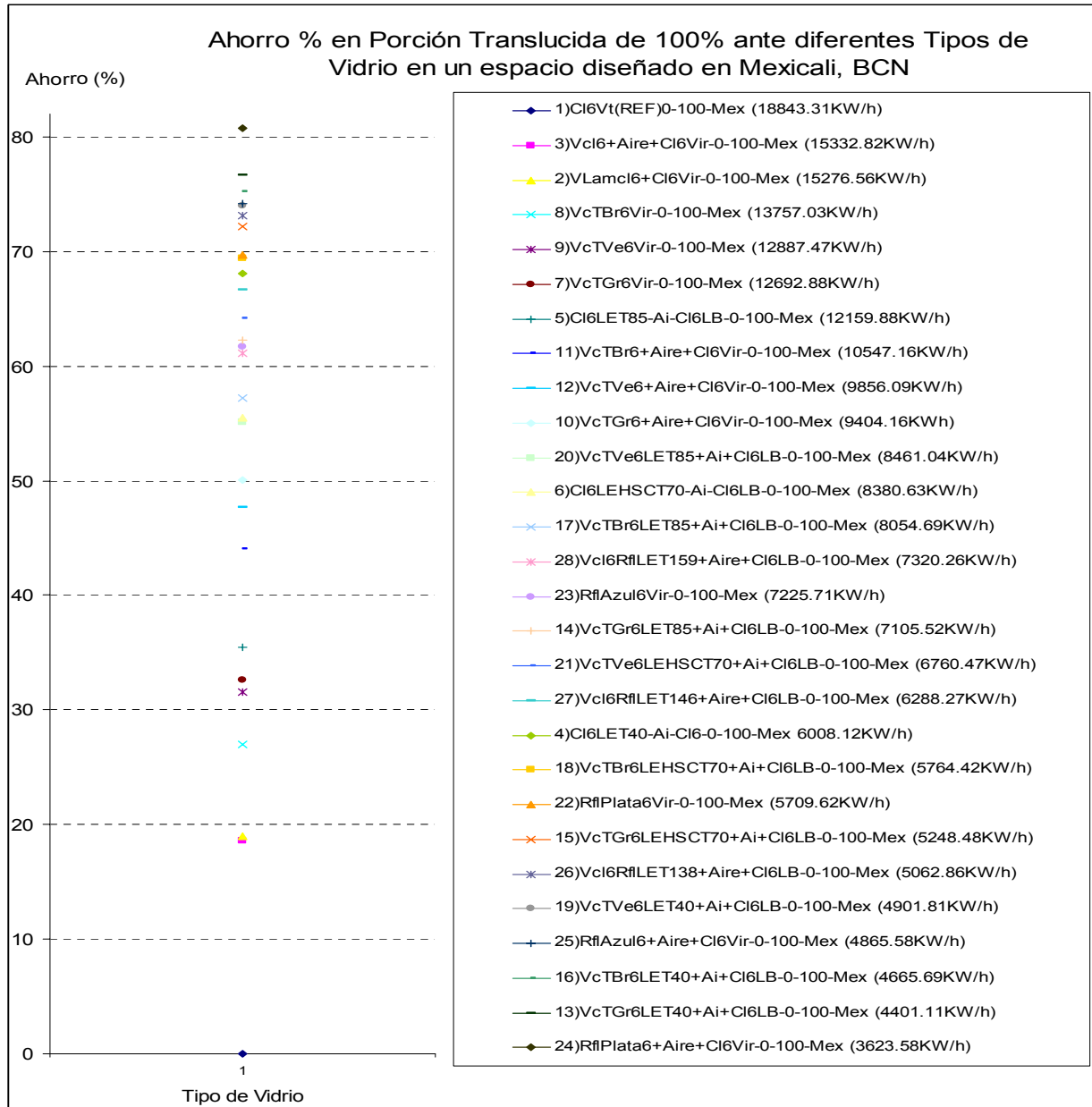
AHORRO % EN PORCIÓN TRANSLÚCIDA DE 80% ANTE DIFERENTES TIPOS DE VIDRIO EN UN ESPACIO DISEÑADO EN MEXICALI, BCN

Anexo F



AHORRO % EN PORCIÓN TRANSLÚCIDA DE 90% ANTE DIFERENTES TIPOS DE VIDRIO EN UN ESPACIO DISEÑADO EN MEXICALI, BCN

Anexo F



AHORRO % EN PORCIÓN TRANSLÚCIDA DE 100% ANTE DIFERENTES TIPOS DE VIDRIO EN UN ESPACIO DISEÑADO EN MEXICALI, BCN