



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN ARQUITECTURA
CAMPO DE CONOCIMIENTO TECNOLOGÍAS

INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN ENERGÉTICA EN CIUDAD
UNIVERSITARIA, HACIA UNA CERTIFICACIÓN UNAM

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE
MAESTRA EN ARQUITECTURA

PRESENTA

DIANA LUCÍA AMADOR CRUZ

TUTOR PRINCIPAL

DRA. DOLORES ANA FLORES SANDOVAL
FACULTAD DE ARQUITECTURA

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR

DRA. MANUELA AZUCENA ESCOBEDO IZQUIERDO
FACULTAD DE ARQUITECTURA

M. EN ARQ. ARTURO VALERIANO FLORES
FACULTAD DE ARQUITECTURA

DR. JOSÉ LUIS BERMÚDEZ ALCOCER
FACULTAD DE ARQUITECTURA

M. EN ARQ. ERNESTO OCAMPO RUIZ
FACULTAD DE ARQUITECTURA

Ciudad Universitaria, Cd Mx. Noviembre 2018.



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.



INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN
ENERGÉTICA HACIA UNA CERTIFICACIÓN

UNAM
ENERGÍA

DEDICATORIA

Quiero agradecer a mi familia por su apoyo en todo momento.

A mis padres Patricia Cruz y Guillermo Amador, por siempre creer en mí.

A mis hermanos por cuidar de mí : Nadia Solano, Kristian Mendo y Guillermo Amador.

A mis tíos por su apoyo incondicional.

Al Ingeniero Arturo Amador que en cada tropiezo nunca dejo de extenderme su mano.

A unos días de cumplirse el sueño de finalizar la presente investigación, perdí a mi mejor amiga y cómplice Piedad Marina(+) abuela, te dedico esta tesis, gracias por acompañarme en la distancia estos dos años, por escucharme siempre, por tus consejos, por fortalecerme en los momentos que más lo necesite, por sembrar en mí valores y virtudes, por tu inmenso amor. Gracias a la vida por tu presencia en la mía, porque sé que te has ido para quedarte siempre en mí.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México por permitirme crecer en conocimiento, por motivarme a crear y creer en grande.

A mis sínodos, Dra. Ana flores por creer en este proyecto, Dra. Azucena Escobedo por su paciencia y disposición, Mtro. Arturo Valeriano por estar siempre pendiente, Dr. José Luis Bermúdez por sus aportaciones, Mtro Ernesto Ocampo por inspirarme a crear en grande.

Al CONACYT por apoyarme en la realización de esta investigación de inicio a fin.

Gracias a todas las personas que me acompañaron en este maravilloso camino.

INTRODUCCIÓN.....	11
CAPÍTULO 1. ENERGÍA.....	20
1.1 EL SECTOR ENERGÉTICO.....	20
1.2 GASES DE EFECTO INVERNADERO Y PCG	24
1.3 CONSECUENCIAS DEL CONSUMO DE ENERGÍA	28
1.4 EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	32
CAPITULO 2. ENERGÍA Y ARQUITECTURA.....	42
2.1 INSTRUMENTOS DE EVALUACION ENERGÈTICA	44
2.2 CERTIFICACIONES	50
2.3 ANÁLISIS DEL USO DEL EDIFICIO.	61
CAPÍTULO 3 UNAM.	68
3.1 EFICIENCIA ENERGETICA EN CIUDAD UNIVERSITARIA	70
3.2 DISTINTIVO UNAM	72
3.3 ELECTRICIDAD.....	74
CAPÍTULO 4 MÉTODO	80
INTRODUCCIÓN.....	80
4.1 ANÁLISIS COMPARATIVO DE CASOS ANÁLOGOS	81
4.2 DESARROLLO.....	83
CAPITULO 5. PROPUESTA.....	98
DISEÑO	98
CONTENIDO.....	103
VALIDACIÓN	106
RESULTADOS	109
ANÁLISIS E INTERPRETACIÒN DE RESULTADOS.....	110
COMPARATIVA DE RESULTADOS	116
CONCLUSIONES GENERALES	118
FUTURAS LINEAS DE INVESTIGACIÒN	122
BIBLIOGRAFÍA	123
ANEXOS	129
ENTREVISTA.....	136

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Producción mundial de energía primaria en 2015.....	21
Ilustración 2. Producción de energía primaria. México.....	22
Ilustración 3. Línea del tiempo del desarrollo sustentable. Iniciativas mundiales.	31
Ilustración 4. Programa de eficiencia energética en la administración pública federal (APF).....	34
Ilustración 5. Evolución de programas energéticos en México.	39
Ilustración 6. Principales sistemas de certificación en el mundo acreditados por SB Alliance.	51
Ilustración 7. Estudio de caso normativo.	82
Ilustración 8. Puntos de partida en logística del análisis normativo.....	83
Ilustración 9. Propuesta del procedimiento hacia una certificación UNAM.....	99
Ilustración 10. Desglose de esquema LEED V4.	100
Ilustración 11. Desglose de esquema propuesto para el instrumento de evaluación energética UNAM	101
Ilustración 12. Instrumento: hoja de verificación para la ISO 50002.....	102
Ilustración 13. Instrumento de evaluación energética para Ciudad Universitaria hacia una certificación UNAM.	103
Ilustración 14. Desglose de esquema propuesto para Instrumento de evaluación energética para Ciudad Universitaria hacia una certificación UNAM.....	105
Ilustración 15. Instrumento de evaluación energética aplicado a UNIVERSUM.	109

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Combustión. Elaboración propia.....	23
Tabla 2. Gases de efecto invernadero (GEI) y su potencial de calentamiento global (PCG). Obtenido del Informe Intergubernamental del Cambio Climático 2013. Elaboración Propia.	27
Tabla 3. Gases de efecto invernadero (GEI) y su potencial de calentamiento global (PCG). Obtenido del Informe Intergubernamental del Cambio Climático 2013. Elaboración Propia.	28
Tabla 4. Tecnologías clave para reducir el CO ₂ , escenario BLUE MAP al 2050. Obtenido de La Agencia Internacional de la Energía, Perspectivas tecnológicas de la energía. pág 27.....	33
Tabla 5. Estructura considerada para los programas de la CONUEE. Obtenido de CONUEE.....	38
Tabla 6. Niveles en el diagnóstico energético según la comunidad europea. Elaboración propia	47
Tabla 7. Etapa 2. Trabajo de campo. Elaboración propia. Obtenido de : Diagnósticos energéticos” por Azucena Escobedo. Posgrado de la UNAM.....	48
Tabla 8. Etapas de auditoría energética. Elaboración propia. Obtenido de : Diagnósticos energéticos” por Azucena Escobedo. Posgrado de la UNAM.....	48

Tabla 9. El proceso es parte de la etapa 2, en donde se describe el trabajo de campo. Elaboración propia. obtenido de: "Diagnósticos energéticos" por Azucena Escobedo. Posgrado de la UNAM.	49
Tabla 10. Trabajo de gabinete, etapa 3. Elaboración propia. obtenido de: "Diagnósticos energéticos" por Azucena Escobedo. Posgrado de la UNAM.	49
Tabla 11 . Diferencia de certificación de un producto y un sistema. Elaboración propia obtenido de Centro de Estudios de Medición y Certificación de Calidad, CESMEC S.A – Chile	50
Tabla 12. Principales sistemas de certificación en el mundo. 01 Obtenido de las paginas oficiales de cada certificación. http://www.usgbc.org/LEED O+M , http://www.breeam.com/ , http://vanzolini.org.br/aqua/ http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/ . Elaboración propia.	52
Tabla 13. Principales sistemas de certificación en el mundo. 02 Obtenido de las paginas oficiales de cada certificación. http://www.dgnb.de/en/ , http://www.gbce.es/pagina/certificacion-verde , https://www.bca.gov.sg/GreenMark/green_mark_buildings.html . Elaboración propia.	53
Tabla 14. Perspectivas del proyecto ecológico. Elaboración propia obtenido de Guía básica de sostenibilidad.	54
Tabla 15. Incentivos fiscales para México.	59
Tabla 16. Diferencia entre POE en edificios y en psicología ambiental. Elaboración propia.	61
Tabla 17. Resultado de estudios acerca del desempeño de los edificios. Obtenido de: Robson 2002, p.12 box1.1 R&D, research and development.	63
Tabla 18. tabla 27. tipología de edificios en Ciudad Universitaria. obtenido de: Escobedo, a, et al., <i>Energy consumption and GEI emission scenarios of a university campus in México</i> . 2014.	69
Tabla 19. Potencia por superficie en base a la tipología de CU. Obtenido de: Escobedo, A., et al, <i>Energy consumption and GHG emission</i>	75
Tabla 20. Consumo eléctrico por superficie en edificios e instalaciones, según su tipología. Obtenido de: Escobedo, A., et al, <i>Energy consumption and GHG emission</i>	76
Tabla 21. Consumo eléctrico por usos finales. Obtenido de: Escobedo, A., et al, <i>Energy consumption and GHG emission</i>	76
Tabla 22. Resumen de resultados. Obtenido de: Escobedo Izquierdo, Manuela Azucena. 2009. "Análisis Y Modelación Del Consumo de Energía Eléctrica En Edificios Universitarios Con Base a Usos Finales Y Parámetros Arquitectónicos: Caso UNAM-CU." Universidad Nacional.	78
Tabla 23. Tabla comparativa. Elaboración propia. Obtenido de: http://www2.uiah.fi/projects/metodi/278.htm	82
Tabla 24. Análisis normativo fase 01 parte 1. Información básica de creación. Elaboración propia.	85
Tabla 25 . Análisis normativo fase 01 parte 2. Estructura de evaluación. Elaboración propia.	86
Tabla 26. Análisis normativo fase 01 parte 3. Criterios de elegibilidad. Elaboración propia.	87
Tabla 27. Análisis normativo fase 01 parte 4. Unidades verificadoras y vigencia. Elaboración propia	89

Tabla 28. Análisis normativo fase 01 parte 5. Pruebas y costos. Elaboración propia	90
Tabla 29. Análisis normativo fase 01 parte 6. Estructura administrativa para acreditación. Elaboración propia.	91
Tabla 30. Análisis normativo fase 02 parte 1. prerequisites de la herramienta. elaboración propia.....	92
Tabla 31. Análisis normativo Fase 02. P2 Criterios. Elaboración Propia.	96
Tabla 32. Partes básicas y estratégicas para el desarrollo de la herramienta. Elaboración propia 	98
Tabla 33. Créditos y recomendaciones, Energía. Obtenido de: Diagnóstico ambiental UNAM para la Dirección General de Divulgación de las ciencias y Museo de las Ciencias, 2011.	115

ACRÓNIMOS

AENOR	Asociación Española de Normalización y Certificación
AIE	Agencia internacional de energía
APF	Administración Pública Federal
BREEAM	BRE Environmental Assessment Method
CDP	Carbon Disclosure Project.
CEMEFI	Centro Mexicano para la filantropía
CENAM	Centro Nacional de Metrología.
CEPMPM	Centro Europeo de Previsiones Meteorológicas a Plazo Medio
CFE	Comisión Federal de Electricidad
CICC	Comisión Intersectorial del Cambio Climático.
CONAVI	Comisión Nacional de Vivienda
CONUEE	Comisión Nacional para el Uso Eficiente de Energía.
CPEUM	Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos
CRE	Comisión reguladora de energía
CTIN	Centro de Tecnología e Innovación.
DGN	Dirección General de Normalización.
EPA	Environmental Protection Agency. Agencia de protección Ambiental.
FIPATERM	Fideicomiso para el programa para el Aislamiento Térmico
GATT	General Agreement on Tariffs and Trade. Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GWP	Global Warming Potencial
HVAC	Heating, Ventilating and Air Conditioning
ICEE	Índice de consumo de energía eléctrica.
IDEA	Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía
IEA	International Energy Agency
IMP	Instituto Mexicano del petróleo
INFONAVIT	Instituto Nacional de la Vivienda para los Trabajadores
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
ISO	International Organization for Standardization. Organización Internacional de Normalización.
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
LGCC	Ley General del Cambio Climático
LGE	Ley General de Educación
LGEEPA	Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
LTE	Ley de Transición energética
MIT	Instituto de Tecnología de Massachussets.
MLO	Mauna Loa Observatory

NMX	Normas Mexicanas.
NOAA'S	National oceanic and atmospheric administration
NOM	Normas Oficiales Mexicanas.
NREL	Laboratorio de Energías Renovables
NZEB	Net Zero Energy Building.
ONG	Organización No Gubernamental.
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PCES	Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables.
PCW	Potencial de calentamiento global
PEMEX	Petróleos Mexicanos
PND	Plan Nacional de Desarrollo
POE	Evaluación Post Ocupacional
PROCALSOL	Promoción de Calentadores Solares
PRONUREE	Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía
PUMA	Programa Universitario de Estrategias para la sustentabilidad
RENE	Registro nacional de Emisiones (RENE)
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SENE	Secretaría de Energía
SIEDA	Sistema Estadístico de Desempeño Ambiental.
SMN	Servicio Meteorológico Nacional.
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México.
USGBC	US Green Building Council (USGBC)

ABREVIATURAS

CFC	Clorofluorocarbonados
CO₂	Bióxido de Carbono
CU	Ciudad Universitaria
GW	Giga watt
GWh/a	Giga watts-hora-al año
HFCs	Hidrofluorocarbonos
kV	Kilovolt
KWh	Kilowatts-hora
MIT	Instituto de tecnología de Massachusetts
MW	Megawatts
PFCs	Perfluorocarbonos
PPM	Partes por millón.
SF₆	Hexafluoruro de azufre

ABSTRACT

Las viejas prácticas de diseño en arquitectura y la poca planeación del crecimiento de las ciudades aunado a los hábitos de consumo, han contribuido en gran parte al calentamiento global. En cuanto a mitigación de sus efectos, la eficiencia energética es la principal opción, pudiendo contribuir a su reducción hasta en un 43% en 2050 según la Agencia Internacional de la Energía. Sin embargo, a pesar de los constantes llamados de la naturaleza, solo nos preocupamos por la energía cuando nos hace falta. Puntualmente las problemáticas en México se relacionan con el bagaje de conocimiento, la medición del nivel de sustentabilidad y la poca aplicación de las normas.

La UNAM como la institución más representativa de la nación mexicana se encuentra obligada a ser ejemplo en la creación de propuestas que incentiven el ahorro energético. Por lo que en la presente investigación se crea un instrumento de evaluación energética para ciudad universitaria, el cual puede ser aplicado en cualquier parte del mundo con condiciones similares a las de CU. El instrumento contribuye a la creación de una CERTIFICACIÓN UNAM, facilita y fomenta la aplicación de un diagnóstico energético, lo que ayudará a determinar los indicadores en una futura certificación UNAM.

Para su creación se utilizó el método análisis comparativo de casos análogos, en donde LEED , BREEAM y la NMX-164-AA-SCFI-2013, fueron sometidos a estudio para determinar las estrategias acordes a la problemática del Campus. La validación se realizó al aplicar el instrumento en Universum, se hizo una comparativa de los resultados que arroja el instrumento contra los resultados obtenidos de una evaluación previa llamada Distintivo UNAM. Los resultados arrojaron que las estrategias del distintivo unam en la categoría de energía, no son lo suficientemente estrictas y precisas para generar un impacto en ahorro energético en ciudad universitaria y las estrategias no están enfocadas hacia mitigar el mayor consumo, que con base a los estudios realizados es la iluminación.

En conclusión, el instrumento resultó ser más competitivo que la herramienta existente. Las estrategias son específicas y están enfocadas a disminuir el consumo preponderante para generar un impacto en los ahorros.

INTRODUCCIÓN



El momento para actuar es hoy, es urgente en todo el sector de la construcción tanto como comunidad e individual a unirse a este gran reto. El propósito es construir un ambiente sustentable, para nosotros y las futuras generaciones.

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos 10 años y sobre todo en la época actual siglo XXI, año 2018 he experimentado desde múltiples perspectivas el crecimiento exponencial del movimiento llamado “Verde”– que personalmente puedo denominar como: la concientización del ser humano por el medio ambiente-. En 1990 nace en México el boom orgánico¹, y a modo de técnica mercadológica, el Greenwashing² (del inglés green, verde, y whitewash, blanquear o encubrir, termino establecido por mercadólogos y sociólogos para abordar esta técnica), esta propaganda engañosa ha aumentado en los últimos años, sin embargo también he podido presenciar una parte más profunda, como la priorización del medio ambiente sobre costumbres llevadas a cabo por varios años, generación tras generación creando un cambio total del estilo de vida actual a uno tradicional. Este movimiento tiene su raíz en las modificaciones que la raza humana desde su aparición ha provocado en el medio ambiente, todas significantes y algunas irreversibles. “El escritor francés Víctor Hugo, autor de “Los Miserables”, puntualizó lo siguiente:

Primero fue necesario civilizar al hombre en su relación con el hombre. Ahora es necesario civilizar al hombre en su relación con la naturaleza y los animales³

La persona que citó estas palabras falleció hace 133 años. Las prácticas de hace cientos de años, hoy nos han traído efectos que comprometen la existencia humana.

En definitiva, los arquitectos tenemos un gran compromiso ya que una gran parte de estas modificaciones son consecuencia de la necesidad básica del hombre de cobijo y protección. Así es como durante años se construyó sin conciencia de las secuelas que la construcción traería al medio ambiente. Por otra parte, tampoco se consideraron estrategias con respecto al tema del crecimiento de la ciudad y los asentamientos de personas. Sin embargo, hoy en día la tecnología en su correcta aplicación ha sido y seguirá siendo un medio para conseguir un mejor desempeño que se traduzca en grandes logros.

Personalmente creo que en la formación del arquitecto hasta hace algún par de años existía un vacío. La conciencia ambiental sirve para que el arquitecto perciba que la naturaleza y sus procesos son

¹ González, A., Las luchas ecológico-sociales en México: ¿hacia dónde?, ecología política, 1992, pág 35-50

² Lynn, K, et al., Communicating sustainability for the green economy, routledge, 2015.

³ Víctor Hugo (1802-1885) Escritor francés autor de *Los Miserables*.

prioridad desde el momento de diseñar y/o construir. En México existe legislación que apoya la educación ambiental, por ejemplo: la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM)⁴ en el artículo 3 menciona que se debe impartir educación a todos los mexicanos y mexicanas, a pesar de que no incluye cuestiones ambientales, se debe estudiar los elementos naturales y la preservación y restauración de los equilibrios ecológicos.

En tal sentido se ha dado a la tarea de generar propuestas para tratar de mitigar este impacto, y prevenir sus efectos, de los cuales somos los principales afectados. Como se menciona en el libro “México frente al cambio climático”⁵ de la Universidad Nacional Autónoma de México, el tema es importante no sólo para la comunidad científica, sino también para la sociedad civil en general puesto que puede y debiera exigir la toma de decisiones y acciones con base en un entendimiento y conocimiento bien informado sobre el problema.

Por otro lado, la Ley General de Educación (LGE)⁶ invita a inculcar los principios fundamentales de la ciencia ambiental, para la conservación del medio ambiente. La Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)⁷ cita que se debe contribuir a que la educación se constituya como un medio para elevar la conciencia ecológica de la población. El Plan Nacional de Desarrollo (PND)⁸ sugiere que la educación y la preservación del medio ambiente es una estrategia para lograr que México alcance su máximo potencial. Es un hecho que la educación ambiental es considerado como un factor hacia un mejor México. Sin embargo, hace falta crear una conciencia ambiental que sea incorruptible, priorizar al medio ambiente antes que los intereses personales.

⁴ *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM)*, Pág. 5, 1917,
http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/1_150816.pdf

⁵ Gian Carlo Delgado, et al., *México Frente Al Cambio Climático*, Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2010.

⁶ *Ley General de Educación*, Art. 7 XI, Pág. 3, 2016,
https://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/558c2c24-0b12-4676-ad908ab78086b184/ley_general_educacion.pdf

⁷ *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Medio Ambiente*. Sección VIII Investigación y educación ecológicas, pág. 30, <http://conacyt.gob.mx/cibiogem/images/cibiogem/protocolo/LGEEPA.pdf>

⁸ Plan Nacional, de Desarrollo, *Una estrategia para lograr que México alcance su máximo potencial*, pág. 20,
<http://pnd.gob.mx>

Entonces, desde el punto de vista normativo, el estudio del uso eficiente de los recursos y la reducción de su impacto ambiental se convierte en la base teórica para el desarrollo de las estrategias que apoyen al desarrollo sostenible en México.

UNAM

La máxima casa de estudios es la institución mexicana con mayor prestigio en América Latina. Con más de 4,736 académicos en el sistema nacional de investigadores, 23 institutos, 7 centros y 4 programas de investigación científica⁹. Desde hace varios años, investigadores de la UNAM han realizado estudios relacionados con la eficiencia energética y cambio climático, tal es el caso de la maestra y doctora en ingeniería energética Claudia Sheinbaum Pardo, miembro actual del Sistema Nacional de Investigadores¹⁰ y de la Academia Mexicana de Ciencias.¹¹ La Dra. Azucena Escobedo Izquierdo, jefa del departamento de sistemas energéticos, dentro de la facultad de ingeniería. En conjunto han generado información valiosa que aunada a las distintas iniciativas como: programas, creación de departamentos, proyectos y reconocimientos, se convierten en un papel importante para desarrollar el instrumento teniendo como casos de estudio edificios pertenecientes al CAMPUS.¹²

Debido a la diversidad de usos de CU¹³, la información generada dentro (avalada por científicos y especialistas), plasmada en un instrumento de evaluación, en un futuro, se puede tomar como referencia al desarrollo y aplicación no solo a nivel UNAM, si no a nivel nacional y a nivel internacional para las zonas tropicales análogas. Cabe recalcar que la Universidad, en distintas ocasiones ha refrendado su compromiso con la nación y su voluntad inquebrantable de contribuir a la búsqueda de soluciones a los problemas que enfrenta México y el mundo.

Ciudad Universitaria está compuesta en su gran mayoría por edificios construidos (su construcción comenzó entre los años 1950 y 1954), por lo que esta investigación está dirigida al desarrollo de una

⁹ *Agenda Estadística UNAM*. Universidad Nacional Autónoma de México. 2017
<http://www.planeacion.unam.mx/Agenda/2017/disco/>

¹⁰ Nota: El *Sistema Nacional de Investigadores* fue creado por acuerdo presidencial publicado en el Diario Oficial de la Federación el 26 de julio de 1984, para reconocer la labor de las personas dedicadas a producir conocimiento científico y tecnología.

¹¹ Nota: *Academia Mexicana de ciencias*. Es la principal entidad consultora en México en aspectos de ciencia y tecnología.

¹² Nota: el Campus Central de la UNAM se manejará en la tesis como CAMPUS.

¹³ Nota: Ciudad Universitaria se manejará en la tesis como: CU

estrategia de control y mantenimiento mediante la verificación constante de la eficiencia energética en edificios construidos para Ciudad Universitaria. Para generar un impacto representativo en la reducción del consumo de energía, se deberá enfocar en la parte eléctrica, especialmente la iluminación, para Ciudad Universitaria ya que según el artículo *Consumo de energía y escenarios de emisiones de GEI de un campus universitario en México*¹⁴ publicado en 2013, en donde se seleccionó una muestra representativa de edificios e instalaciones por categoría para estimar el consumo de energía por uso final, los resultados arrojaron que la iluminación representa el mayor porcentaje de consumo eléctrico con un 33.6%.

Ante esta problemática, se propone una estrategia para efficientizar el consumo eléctrico, el cual permitirá servir de apoyo a los profesionales expertos este instrumento se integra por 3 partes:

1. Procedimientos reconocidos internacionalmente
2. Método de lista de verificación
3. Contexto de la problemática en Ciudad Universitaria.

Por lo que el objetivo es: desarrollar un instrumento de verificación que simplifique el proceso de obtención de requerimientos en materia energética para edificios en Ciudad Universitaria, en base a la norma de la International Organization for Standardization ISO 50002 añadiendo características de los sistemas de certificación Leadership in Energy & Environmental Design (Environmental Design Operations and Maintenance (LEED O+M) y Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM) En Uso y de la Norma Mexicana NMX-AA-164-SCFI-2013¹⁵ y así obtener la mayor cantidad de créditos en una futura certificación UNAM.

Los objetivos particulares comprenden:

- a) Analizar de los requerimientos establecidos por LEED O+M, BREEAM EN USO y NMX-AA-164-SCFI-2013 en eficiencia energética, con el fin de establecer los principales criterios a evaluar para Ciudad Universitaria.
- b) En base al análisis del punto anterior:
 - Establecer una propuesta para el procedimiento de obtención de la certificación.
 - Diseñar esquema para el instrumento de verificación.

¹⁴ Escobedo, A. et al., *Energy consumption and GHG emission scenarios of a university campus in Mexico*. Energy for Sustainable Development, 18(1), 49–57, 2014, <https://doi.org/10.1016/j.esd.2013.10.005>

¹⁵ NMX-AA-SCFI-2013 Edificación Sustentable- Criterios y requerimientos ambientales mínimos.

- c) Desarrollar checklist con base en ISO 50002.
- d) Desarrollar Instrumento de Evaluación energética para Ciudad Universitaria, hacia una certificación UNAM.
- e) Aplicar el instrumento para establecer mejoras.

A largo plazo

- a) Aplicar constante para establecer mejoras y lograr metas establecidas en materia de eficiencia energética en Ciudad Universitaria.
- b) Evolucionar continuamente en el sector de la edificación hacia la eficiencia energética en Ciudad Universitaria.
- c) Generar arquitectos con conocimiento referente operación y mantenimiento de edificios existentes enfocados en eficiencia energética.

Entonces, si se toma como referencia la estructura e interfaz de LEED O+M y se toma como base el método de la ISO 50002 añadiendo características de requerimientos LEED O+M, BREEAM EN USO y NMX-AA-164-SCFI-2013, se desarrollará el instrumento de verificación para Ciudad Universitaria con los más estrictos criterios.

La eficiencia energética es la principal opción para alcanzar el objetivo de emisiones de gases de efecto invernadero por parte de la demanda, pudiendo contribuir a su reducción hasta en un 43% en 2050 respecto del año 2000 según la Agencia Internacional de Energía por sus siglas en inglés IEA¹⁶. El estudio del desempeño energético de los edificios del sector terciario forma parte de las estrategias generales en todo Programa de Ahorro y Uso eficiente de la Energía. En la *Ley General de Cambio Climático (LGCC)* publicada en el Diario Oficial de la Federación del 6 de junio de 2012 menciona:

Art. 1, fracc II. Regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero para lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático considerando en su caso, lo previsto por el artículo 2°. De la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y demás disposiciones derivadas de la misma.

VII. Promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono

Art. 7°. Atribuciones de la federación.

III. Formular, conducir y publicar, con la participación de la sociedad, la estrategia nacional y el programa, así como llevar a cabo su instrumentación, seguimiento y evaluación.

Además, establece, el compromiso de generar el 35% de la electricidad a partir de fuentes limpias para el año 2024.

¹⁶ Energy Agency, *Energy Technology Perspectives: Scenarios & Strategies To 2050*, International Energy Agency (IEA), 2011, Publications. doi:10.1049/et:20060114.

Las políticas operan a través de instrumentos, herramientas, tales como normas, ya sean internacionales, nacionales, locales o municipales. En México en el marco jurídico de la edificación, existen incongruencias y duplicidades, estas a su vez tienen distintas interpretaciones. Por mejores intenciones que haya en las iniciativas, por más calificada que sea la información generada, hasta ahora solo han generado problemas para interpretar y aplicarse correctamente, si no se está aplicando, no está funcionando. La fortaleza de la información y del instrumento radica en la permeabilidad. La información es poder y da acceso a la realidad en las ciudades.

Entonces, desde un punto de vista normativo, el estudio del uso eficiente de los recursos y la reducción de su impacto ambiental se convierte en la base teórica para el desarrollo de las estrategias que apoyen al desarrollo sostenible en México.

Sin embargo, solo nos preocupamos por la energía cuando nos hace falta, ¿por qué? ¿Por qué somos indiferentes a ella? ¿por que no sabemos de dónde viene?, ¿por que aún es costeable?, ¿por que la obtenemos con tan facilidad que ignoramos lo que implica su obtención?, ¿por que no tenemos una cultura de ahorro, porque no hay una política pública de uso energético?, ¿por que el sistema no lo impone?, ¿por qué desconocemos cómo se cobra?, ¿por qué desconocemos cómo se mide el consumo energético?, ¿por que la tecnología nos alcanza pero el sueldo no?, ¿por que no nos interesan las instituciones?, ¿por que no sabemos leer las reglas?, ¿por que la pedagogía de los métodos utilizados no es la correcta?, ¿por que creemos que podemos resolver estos problemas solos?. Estas y otras cuestiones se presentan cada vez que tratamos el tema energético en relación con el problema del cambio climático y la aplicación de propuestas para mitigar las emisiones GEI.

La propuesta servirá como una guía, que tendrá como base teórica la norma, con el único método estandarizado a nivel internacional (ISO 50002) para la generación de auditorías energéticas, así mismo la incorporación de criterios con base a las certificaciones LEED O+M y BREEAM EN USO con particularidades de credibilidad, experiencia y base de conocimientos sólida y actualizada sobre los principios y las prácticas de diseño y construcción y operaciones sustentables. También la integración de NMX-AA-164-SCFI-2013 aporta información valiosa generada en el contexto de la Ciudad de México. La simplificación de los criterios a través de una lista que muestra un panorama general apoya la aplicación de esta herramienta.

Para poder llegar al objetivo final de la presente investigación, se necesita de procesos analíticos los cuales son de igual importancia que el resultado final, ya que todos estos aportarán información

significativa. La introducción al estudio del comportamiento de los ocupantes en los edificios nos dará un valor agregado al enfocar correctamente las estrategias para la reducción del consumo energético.

El instrumento de evaluación energética para Ciudad Universitaria es un esfuerzo que conjunta muchos otros grandes esfuerzos y su principal objetivo es su aplicación y difusión. De esta manera se podrá permear la información a través de un esquema claro y conciso, además al ser similar a otras herramientas como LEED (la más utilizada a nivel mundial) facilita su aplicación al ser un instrumento con una estructura familiar. Cabe destacar que los análisis son realizados por los especialistas y cada uno de ellos tiene sus propios métodos, ésta es una gran ventaja, asignar tareas específicas dependiendo del grado experto, resulta sencillo de interpretar y realizar las acciones, ya que el contexto se desarrolla en su especialidad y su campo de aplicación de la vida diaria.

El instrumento necesita actualizarse cada vez que sea necesario, dependiendo de lo crítico de la situación ambiental o del avance tecnológico. La certificación es un aval y un estímulo para que se sigan formando estrategias y criterios, porque pueden ayudar al país entero a abordar de manera estructural los desafíos y cambios radicales en la economía y los procesos de transformación en todos los ámbitos. En distintos apartados como gestión del ocupante y medición avanzada se garantiza una mejora continua.

Esta propuesta sensibiliza a los usuarios, al solicitar una certificación existe el interés de conocer el estado, enfrentando los posibles resultados y comprometiéndose con las medidas, para obtener un reconocimiento que garantiza las mejores prácticas en eficiencia energética.

Se espera que se aplique continuamente en Ciudad Universitaria para conocer el estado del desempeño energético con base a estrategias de nivel mundial, y de esta manera determinar el grado de competitividad en tecnología, buenas prácticas y uso de energías renovables. De la misma manera esta herramienta funciona como un programa de operación y mantenimiento para edificios construidos.

Las universidades son foco de estudio del país a donde pertenecen, es por esto que ciudades con problemas parecidos al de Ciudad Universitaria, en donde la iluminación representa el mayor consumo energético, podrían utilizar el instrumento para generar mejoras o proponer estrategias relacionadas con problemas particulares de la región abriendo la puerta a nuevos campos de estudio.

Especialistas pueden tomar el modelo propuesto para desarrollar las categorías necesarias para Ciudad Universitaria y conjuntar esfuerzos para la creación de una Certificación competitiva a nivel mundial.

Así mismo la participación de las distintas dependencias bajo el esquema voluntario, pretende crear inercia social con las prácticas de ahorro energético propuestas.

La intención es traer a la UNAM una forma diferente de pensar, basada en la creatividad y renovación. Es decir, tengo presente el compromiso de generar un impacto en la forma en que se evalúa la eficiencia energética en Ciudad Universitaria. La propuesta es una herramienta innovadora, práctica, estética y a favor del ambiente. Este instrumento será estricto ya que al mundo le urgen acciones drásticas a la altura del desafío. Se espera que esta herramienta pueda ser de utilidad para crear mejoras previo a una certificación y así crear una certificación competitiva a nivel mundial.

CAPÍTULO 1. ENERGÍA



"Si se llega a entender que al encender una bombilla en el hogar es comparable a la contaminación que genera un auto, podría asimilarse mejor el por que es necesario apagarla"

STEVE VILCHIS

CAPÍTULO 1. ENERGÍA

La energía es el motor que hace que el mundo funcione. Sin esta no tendríamos iluminación, ni aire acondicionado, no podríamos utilizar la computadora, celulares o cualquier otro dispositivo, ya que estos se alimentan de energía para operar, tampoco podríamos desplazarnos en coches o autobuses. Su uso forma parte de nuestro estilo de vida, pero la realidad es que solo nos preocupamos por ella cuando nos hace falta.

Es por este motivo que el Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDEA) en su guía práctica de la energía, asegura que: “Con un uso responsable y eficaz podemos disponer de mayores prestaciones de servicios y confort sin consumir más energía. Lo que nos hace menos vulnerables ante posibles crisis de suministro”.¹

1.1 EL SECTOR ENERGÉTICO

El sector energético, como lo define el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, conocido como IPCC, comprende a todos los procesos de extracción, conversión, almacenamiento, transmisión y distribución de energía con excepción de aquéllos que utilicen la energía en sectores de uso final (industria, transporte, construcción, agricultura, silvicultura).

Comprende principalmente:

- Explotación de fuentes primarias de energía
 - Producción y transformación de fuentes primarias de energía en fuentes secundarias como refinerías y plantas generadoras de electricidad
 - Consumo energético
- Energía Final: es la energía en su estado de punto de consumo, por ejemplo, la electricidad.
- Energía Primaria: es la contenida antes de pasar por el proceso de transformación a energía final.

Estas acciones generan emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)². Las emisiones del sector energético se componen principalmente por emisiones derivadas de la combustión y

¹ IDAE, *Guía Práctica de La Energía*, pág.15

² GEI: gases de efecto invernadero.

por las emisiones fugitivas derivadas de la explotación, transformación y distribución de energía.³ En las próximas décadas, el sector energético se verá afectado por el calentamiento global en múltiples niveles, y sin políticas de mitigación es probable que la temperatura media global aumente un 2,6 a 4,8 °C para el año 2100 respecto a los niveles preindustriales⁴.

Los combustibles fósiles son la fuente de energía no renovable más abundante en el mundo. Aproximadamente el 30% de la energía usada en el mundo se deriva del carbón, el resto se deriva del crudo, gas natural, nuclear y fuentes renovables.⁵

PRODUCCIÓN MUNDIAL DE ENERGÍA PRIMARIA, 2015

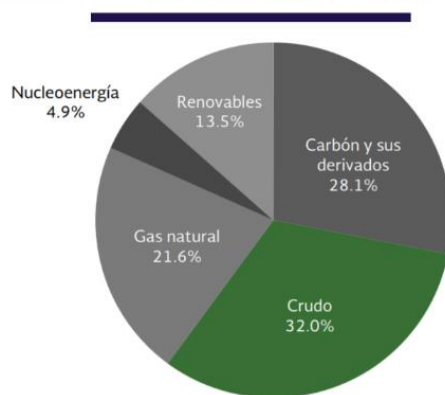


Ilustración 1. Producción mundial de energía primaria en 2015. Obtenido de: World Energy Balances, IEA, edición 2015.

El sector energético es el mayor contribuyente a las emisiones globales de GEI. En 2010, 35% de las emisiones directas de GEI provinieron de la producción de energía.

³ SENER & CONUEE, *Metodologías Para La Cuantificación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero Y de Consumos Energéticos Evitados Por El Aprovechamiento Sustentable de La Energía*, Comisión Nacional Para El Uso Eficiente de La Energía, 2009, pág.4 y 5.

⁴ Universidad de Cambridge, *Cambio climático: implicaciones para el sector energético*. Hallazgos claves del quinto informe de evaluación del grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático, junio 2014.

⁵ British Petroleum, *BP Statistical review of world energy*, 2006.

MÉXICO

Alrededor de 90% de la energía que se utiliza en México se produce a través de combustibles fósiles, según datos del Banco Mundial.⁶ De los procedimientos para la transformación a uso final de la energía se derivan importantes aspectos medio ambientales de manera local y global.

ESTRUCTURA DE LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA PRIMARIA MÉXICO 2016.
(PETAJOULES)

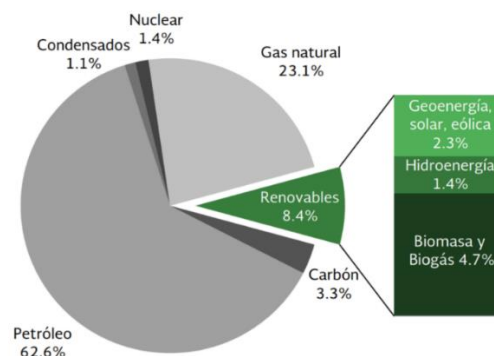


Ilustración 2. Producción de energía primaria. México. Obtenido de: Sistema de información energética SENER.

La matriz energética de México refleja una realidad: la dependencia de un recurso que terminará agotándose. La aplicación de tecnologías renovables y no contaminantes es muy reducida con un 8.4%, siendo un país con condiciones ideales, para que sus estados aprovechen su alto potencial para la generación y exportación de energía renovable. Los sectores en que se desglosa el consumo final total son: el transporte, que es el sector más intensivo en uso de energía, representando el 46.8%; el industrial, que consumió 31.7%; el residencial, comercial y público con 18.1%; y el agropecuario, con 3.4%.⁷

Para disponer de energía para el consumo diario, es necesario el proceso de transformación en sus sucesivos procedimientos, desde el yacimiento hasta la planta de transformación y por último el consumidor final. En cada uno de estos procedimientos se producen pérdidas, “considerando todas las pérdidas, para cada unidad energética de electricidad que

⁶ Guerrero, *Biorrefinería que genera Bio combustibles*, Pág. 1

⁷ Secretaría de Energía, *Balance Nacional de Energía 2016*, subsecretaría de planeación y transición energética, dirección general de planeación e información energéticas, 2017.

consumimos en casa son necesarias unas 3 unidades energéticas de combustible fósil en las centrales térmicas”.⁸

COMBUSTIÓN Y CONTAMINANTES

El proceso de combustión consiste en que un combustible y un comburente, generalmente el oxígeno del aire entra en contacto y reacciona rápidamente debido a una alta temperatura. El proceso de la combustión tiene por objetivo transformar la energía química del combustible en energía térmica, la cual es posteriormente transferida en forma de calor o trabajo para calentar o mover algo.

La eficiencia con la que se quema un combustible está en función de: el tiempo en que se esté quemando, de la temperatura que exista en el medio donde se está quemando y del grado de turbulencia con la que se está mezclando con el aire. Estos requisitos de tiempo, temperatura y turbulencia están relacionados entre sí.

LAS 3T DE LA COMBUSTIÓN

- TEMPERATURA
- TURBULENCIA
- TIEMPO

Tabla 1. Combustión. Elaboración propia.

La mayoría del carbón producido es usado en centrales termoeléctricas para generar energía eléctrica. En México la distribución de combustibles fósiles es contraria a la situación mundial. El crudo y el gas son los más abundantes y existe poco carbón. Aproximadamente el 60% de capacidad instalada de la CFE es en base a combustóleo, gas y carbón.⁹

Sin tomar en cuenta el sistema, la quema de combustibles fósiles produce compuestos directamente relacionados con su composición. Todos los productos con excepción del agua son contaminantes en sí mismos, algunos más, algunos menos.¹⁰

Steve Vilchis hace la siguiente comparativa:

⁸ IDAE, *Guía Práctica de La Energía*, pág. 17.

⁹ Secretaría de energía, *Prospectiva del sector eléctrico 2012-2016*, 2012

¹⁰ Bolado, Ramon. *De la combustión y los contaminantes*. Estadía instituto de investigaciones eléctricas, junio 2016.

Si se llega a entender que al encender una bombilla en el hogar es comparable a la contaminación que genera un auto, podría asimilarse mejor el por qué es necesario apagarla. Para poder prender la iluminación de un hogar es necesario que una planta generadora de energía comience a trabajar, el problema no recae en utilizar la energía, sino en la demanda. A mayor demanda de la energía eléctrica, mayor es el número de plantas que tienen que trabajar e incluso en horarios pico, se encienden los generadores menos eficientes y más contaminantes como los combustibles fósiles, para poder cubrirla.¹¹

Lo cual deja claro cómo las pequeñas acciones que parecen muy simples tienen un impacto a nivel global, desde la comprensión de la combustión como proceso inicial de la obtención de energía.

1.2 GASES DE EFECTO INVERNADERO Y PCG

El Potencial de Calentamiento Global (PCG)¹², es una medida de la energía total que un gas absorbe en un periodo de tiempo particular comparado con el dióxido de carbono.¹³

DIÓXIDO DE CARBONO CO₂

El GEI más importante (contribuye con 64% del total del forzamiento radiativo de todos los GEI). Actualmente, existen cerca de 3 trillones de toneladas de CO₂ en la atmósfera, un 27% superior al nivel anterior a la revolución industrial; Algunos científicos advierten que si la cantidad de dióxido de carbono que hay en la atmósfera supera las 450 ppm¹⁴, la temperatura de la Tierra podría dispararse de manera descontrolada.¹⁵ La concentración hoy 29 de agosto del 2018 es de **406.46 ppm**, según el observatorio Mauna Loa en Hawái.¹⁶

¹¹ Centro de Tecnología e Innovación (CTIN), *¿Por qué ahorrar energía eléctrica?*, 2015, <http://www.ctinmx.com/por-que-ahorrar-energia-electrica/>

¹² Global Warming Potential, por sus siglas en inglés

¹³ IPCC, *Cambio Climático 2013. Bases físicas*, pág. 212

¹⁴ ppm: partes por millón.

¹⁵ Karl TR; Trenberth KE, *Modern global climate change*, 2013, Science 302 (5651): 1719-23. Bibcode:2003Sci...302.1719K. PMID 14657489. doi:10.1126/science.1090228.

¹⁶ Nota: Observatorio Mauna Loa, por sus siglas en inglés: Mauna Loa Observatory (MLO). El observatorio está bajo el Laboratorio de investigación del Sistema de la Tierra que es la parte de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA).

ÚLTIMA LECTURA DE CO₂

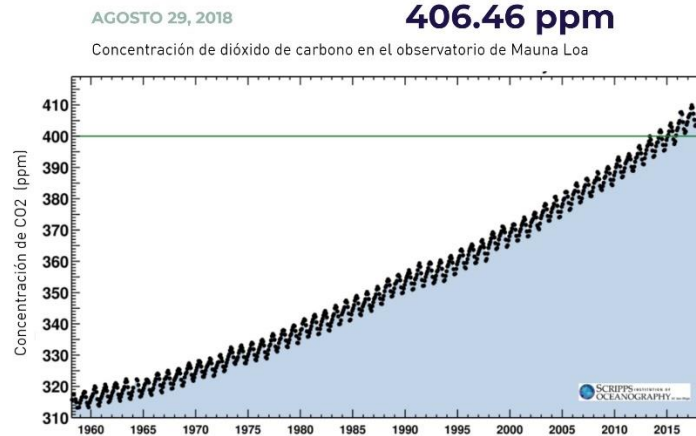


Gráfico. 1 Curva de Keeling, con última lectura de CO₂ al 29 agosto 2018, reportando 406.46 ppm. obtenido de <https://www.co2.earth/daily-co2>

METANO CH₄

Es el segundo GEI más importante, contribuye con 18% del total del forzamiento radiativo. En 100 años, una tonelada de metano podría calentar el globo 25 veces más que una tonelada de dióxido de carbono (véase tabla 3.). La atmósfera tiene una concentración de metano de 1.774 partes por billón (ppb), lo que supone un aumento del 59% de la concentración de metano anterior a la revolución industrial ¹⁷

ÓXIDO NITROSO N₂O

Es el tercer GEI más significativo, contribuye con un 6% al total del forzamiento radiativo. El óxido nitroso tendrá en un siglo un efecto de calentamiento global aproximadamente 300 veces superior al del dióxido de carbono (véase tabla 3) que en la actualidad son de 319 ppb, un 18% superior al periodo anterior a la revolución industrial. ¹⁸

La importancia de mencionar tanto el metano como el óxido nitroso, en esta parte de la investigación es debido a que sus potenciales de calentamiento global son en 25 y 300 veces más dañino por tonelada de dióxido de carbono, respectivamente, y aunque actualmente se encuentran en concentraciones menores, no debemos perderlos de vista, ya que un cambio

¹⁷ IPCC, *Quinto Informe de evaluación 2014*, International Council on Clean Transportation, 2009.

¹⁸ *Ibíd.*

climático continuo pudiera provocar un calentamiento global sin precedentes. Ahora bien, volviendo a la relevancia del CO₂, según la Agencia Internacional de Energía (AIE) en el sector de la construcción, se generan aproximadamente el 30% de las emisiones a nivel global.¹⁹

Los edificios aportan una gran cantidad de emisiones, **conocer las cifras** nos proporciona un panorama general sobre la **magnitud de las acciones que se deben de tomar para mitigar los efectos**. Aunado a esto recientemente Mahesh Ramanujam, presidente y CEO del US Green Building Council (USGBC) publicó

Los proyectos LEED O+M pueden alcanzar la certificación Net Zero²⁰, cuando demuestren una o varias: emisiones de carbono net zero, uso de energía net zero o desperdicios net zero.

Esto quiere decir que la certificación para edificios verdes más aplicada en el mundo está generando alianzas y así multiplicar esfuerzos que al mismo tiempo motivan a los interesados.

1.2.1 CAPA DE OZONO.

A mediados de la década de los 70's un grupo de investigadores, entre los que destaca la participación del Dr. Mario Molina²¹, un descubrimiento en el ámbito científico que se conoce como la Ciencia del Ozono consolidó el Protocolo de Montreal, donde 186 países participan coordinadamente para la atención de este problema ambiental de carácter global.²²

GASES FLUORADOS

- Su efecto es hasta 23,000 veces mayor al dióxido de carbono
- Hay tres grupos principales
 - Hidrofluorocarbonos (HFCs)

¹⁹ International Energy Agency, *World Energy Outlook 2016*, France, 2016.

²⁰ Net Zero Energy Building (NZEB), No hay una traducción literal, pero por definición misma, un edificio certificado NZEB es una construcción de muy alto desempeño energético, con efectos netos de 'cero energía' o 'cero emisiones de carbono'.

²¹ Ingeniero químico mexicano destacado por ser uno de los descubridores de las causas del agujero de ozono antártico. Primer ciudadano mexicano en recibir el Premio Nobel de Química.

²² Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono, 2000, ISBN 92-807-1888-6, <http://www.unep.org/ozone>

- Perfluorocarbonos (PFCs)
- Hexafluoruro de azufre (SF₆).

El 15 de octubre del 2016, los 197 países parte del protocolo de Montreal firmaron la enmienda de Kigali para reducir gradualmente el uso de hidrofluorocarbonos (HFC) en todo el mundo. México (artículo 5 del grupo 1), deberá congelar su consumo de HFC en el 2024 y reducirlo progresivamente hasta 80% de su línea base en el año 2045.²³

México	
Línea base	HFC: Consumo promedio 2020-2022 HCFC: 65% línea base
Congelamiento ----	2024
Etapa 1 -----	2029: 10%
Etapa 2 -----	2035: 30%
Etapa 3 -----	2040: 50%
Estabilización -----	2045: 80%

Tabla 2. Gases de efecto invernadero (GEI) y su potencial de calentamiento global (PCG). Obtenido del Informe Intergubernamental del Cambio Climático 2013. Elaboración Propia.

La importancia de estos gases consiste en que se pueden encontrar en sistemas: de aire acondicionado (HVAC)²⁴ y refrigeración, al ser parte de su funcionamiento. Como consecuencia de la ubicación geográfica de México, en donde predominan los climas tropicales, estos sistemas son comúnmente utilizados e incorporados a los edificios. Así mismo el calentamiento global está afectando las condiciones climáticas generando microclimas, a pesar de que la zona sur en donde está ubicada Ciudad Universitaria es considerada una zona templada, recientemente se han registrado altas temperaturas según el Servicio Meteorológico Nacional (SMN). Estas condiciones propician el uso de los sistemas mencionados.

Actualmente para poder obtener créditos en algunas certificaciones como LEED O+M, en el caso de tener sistemas con refrigerantes se prohíbe el uso de CFC²⁵ como parte de la

²³ Congreso de la República, *Enmienda de Kigali al protocolo de Montreal*, 2016, <http://leyes.senado.gov.co/>

²⁴ Sistema de ventilación, calefacción y aire acondicionado (HVAC, por sus siglas en inglés de Heating, Ventilating and Air Conditioning).

²⁵ CFC: Clorofluorocarbonados combinaciones de flúor, carbono y cloro, que en los 80 se descubrió que estaban destruyendo la capa de ozono. Se comenzaron a fabricar en masa porque fueron identificados como el perfecto refrigerante, un fluido que cambia rápidamente de gas a

obtención de créditos y se proponen estrategias de sustitución por refrigerantes de bajo impacto. Siguiendo la pauta del Protocolo de Montreal. A continuación, en la tabla 3, podemos ver el Potencial de calentamiento global (PCG) que tienen los principales Gases de Efecto Invernadero (GEI) con respecto al dióxido de carbono.

GEI -PCG	
GAS	PCG
Co2	1
CH4 ^a	25
N2O	298
HFC-23	14,800
HFC-32	675
HFC-125	3,500
HCF-134a	1,430
HFC-143a	4,470
HFC-152a	124
HFC-227ea	3,220
HFC-236fa	9,810
HFC4310mee	1,640
CF4	7,390
C2F6	12,200
C4F10	8,860
C6F14	9,300
SF6	22,800
NF3	17,200

Tabla 3. Gases de efecto invernadero (GEI) y su potencial de calentamiento global (PCG). Obtenido del Informe Intergubernamental del Cambio Climático 2013. Elaboración Propia.

1.3 CONSECUENCIAS DEL CONSUMO DE ENERGÍA

Existen importantes motivos para implementar el ahorro de energía:

- Incertidumbre del abastecimiento energético.
- Agotamiento de energías no renovables.
- Impactos en el medio ambiente negativos.

Cada vez que consumimos más energía al ritmo actual, solo tardaremos 35 años en duplicar el consumo mundial de energía y menos de 55 años en triplicarlo.²⁶ Es bien sabido que el planeta tierra está experimentando una crisis ambiental, esta crisis se caracteriza por tres importantes temas:

líquido y a la inversa, absorbiendo y liberando grandes cantidades de calor en el proceso. Así, podían circular en refrigeradores o aparatos de aire acondicionado para expulsar el calor.

²⁶ IDAE, *Guía Práctica de La Energía*, pág. 29.

- El incremento de la población y su relación con la actividad económica.
 - En 1995 existían 14 megaciudades, actualmente son 29 y para el 2030 el número de megaciudades será 41.
- El agotamiento de los recursos renovables y no renovables.
 - 13 millones de hectáreas/año de bosques desaparecen. De lo que actualmente existe, solo el 36% no tiene alteración.
- El daño extensivo e intensivo causado a los ecosistemas y la biodiversidad.
 - Afectación a la vida. 910 especies en los últimos años. 315 vertebrados y 595 plantas (20% de arrecifes coralinos, entre el 30 y 50% de manglares).
 - Especies en peligro de extinción: 25% de todos los mamíferos, 10% de las aves, 20% de los reptiles, 25% de los anfibios, 34% de los peces.

Diversas investigaciones a nivel mundial señalan al calentamiento global como el principal causante de los eventos climáticos extremos acontecidos en los últimos años. Haciendo referencia a este tipo de eventos, por ejemplo: las temperaturas en el polo norte son ahora 20 °C más calientes que el promedio global, el hielo del ártico no se está formando tan rápido como debería, y podría desaparecer por completo para el 2030.²⁷ El hielo de la antártica se está quebrando, un pedazo de seis veces el tamaño de Nueva York está a punto de caer en el océano. Grandes inundaciones, en Estados Unidos hubo cuatro tan intensas que solo se tiene un 0.1% de posibilidad a que ocurran cada año, sus daños ascienden entre 9 y 160 mil millones de dólares.²⁸

En consecuencia, la economía de los sitios se ve directamente afectada en sus recursos naturales, transporte, comunicación, propiedad y producción económica. Los daños se registran a nivel mundial, la naturaleza está dando respuesta a las alteraciones provocadas por la suma de pequeñas acciones, practicadas durante años, consecuencia de actividad humana.

Es la adaptación de estrategias lo que les permitirá a nuestras generaciones disfrutar de los años subsecuentes y la mitigación lo que les permitirá a las generaciones futuras.

²⁷ *Centro Nacional de Datos sobre Nieve y Hielo*, National Snow and ice data center.
<https://nsidc.org>

²⁸ *Servicio Nacional de Agua*, Estados Unidos. National Water Service.
<https://water.weather.gov>

La energía que se consume es el parámetro que nos puede indicar que tan desarrollada esta una sociedad, aunque no siempre de forma eficiente. Los países pueden ser más competitivos en cuanto más se incrementa su eficiencia energética, esto quiere decir: en la medida en que los consumos de energía por unidad de producto producido o de servicio prestado sean cada vez menores. Esto es lo que está pasando en todos los países desarrollados, específicamente en el sector industrial. Sin embargo, en el sector de la construcción, la situación es diferente, al no aumentar la eficiencia energética como sería lo ideal.²⁹

INICIATIVAS A NIVEL MUNDIAL

Históricamente ante el problema del consumo excesivo de recursos naturales comprometiendo el futuro de la humanidad, surgieron tratados internacionales. Estos se encuentran plasmados a manera de resumen en una línea del tiempo (véase ilustración 2). Como dato este 2018: **México se convirtió en el 30° país miembro de la AIE** (Agencia internacional de energía)³⁰

²⁹ IDAE, *Guía Práctica de La Energía*, pág. 24.

³⁰ International Energy Agency, *México se une oficialmente a la Agencia Internacional de Energía como el 30° país miembro*, febrero 2018, <https://www.iea.org/newsroom/news/2018/february/mexico-officially-joins-iea-as-30th-member-country.html>

DESARROLLO SUSTENTABLE

LÍNEA DEL TIEMPO

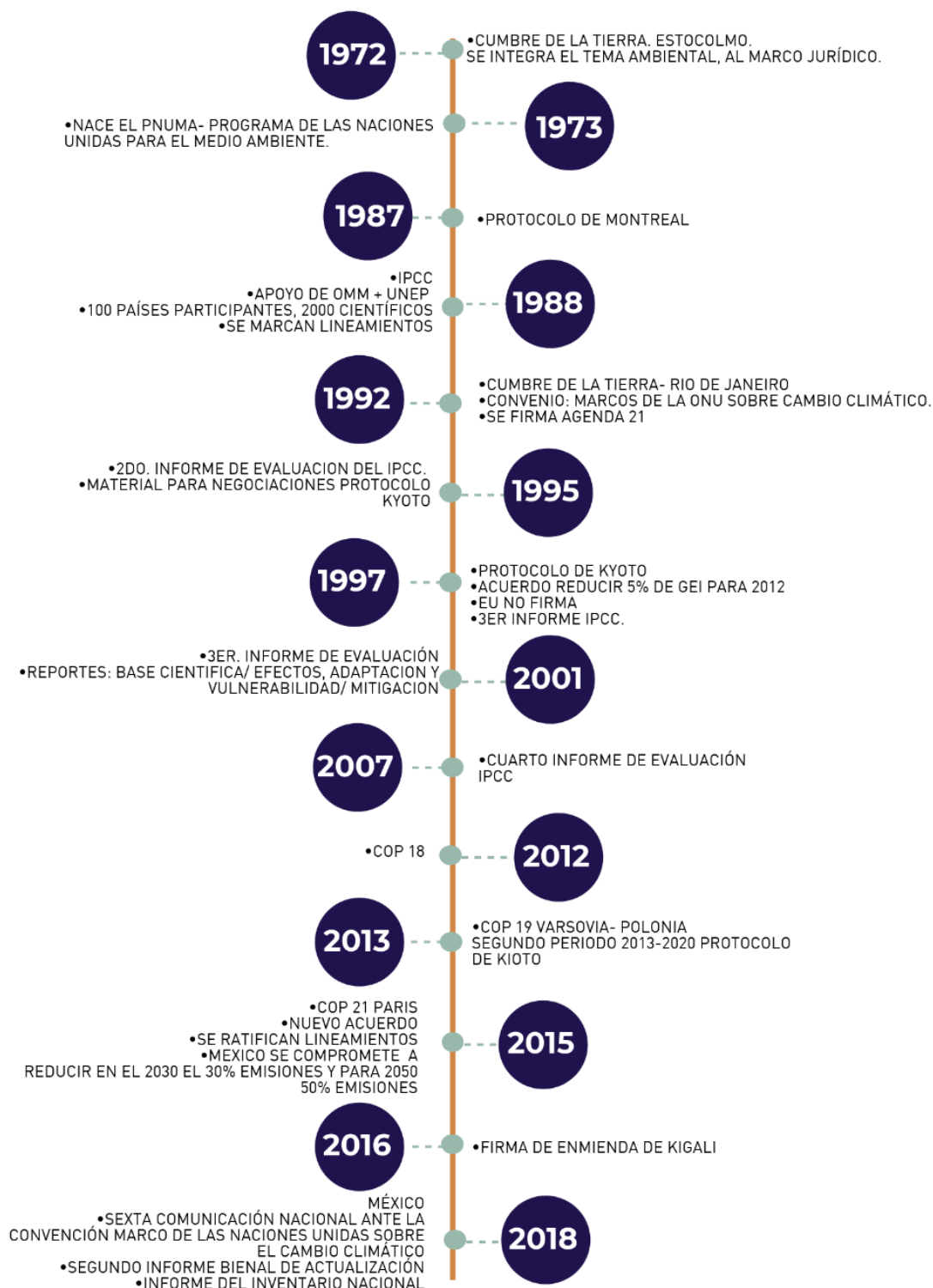


Ilustración 3. Línea del tiempo del desarrollo sustentable. Iniciativas mundiales. Elaboración propia

1.4 EFICIENCIA ENERGÉTICA

La eficiencia energética es la disminución del consumo de energía sin alterar los servicios y sin disminuir el confort y la calidad de vida; y así proteger el medio ambiente. Es un pilar del desarrollo sustentable.³¹

De acuerdo con Omar Murillo en su tesis *Certificación de eficiencia energética en edificios no residenciales*³² en cualquiera de las soluciones para resolver estos desafíos, se encuentra en el lado de la demanda, la eficiencia y el ahorro energético. Por ser la más inmediata y barata de aplicar y porque aporta reducciones de costos y ahorro de recursos que causan un aumento de competitividad. Además, la eficiencia energética es la principal opción para alcanzar el objetivo de emisiones de gases de efecto invernadero por parte de la demanda, pudiendo contribuir a su reducción hasta en un 43% en 2050 respecto del año 2000, según la Agencia Internacional de la Energía en su escenario “BLUE MAP”³³, donde se puede ver que, respecto del año 2000, en el que, si no se hace nada, las emisiones podrían llegar a 62 Giga toneladas en 2050. Con la aplicación de la política de ahorro de energía, y otras, se llegaría en ese año a 14 Giga toneladas de emisiones de CO₂.³⁴

La eficiencia energética es un componente importante de la economía de la energía. A menudo se considera una "fuente de energía", ya que ayuda a disminuir el uso de recursos energéticos primarios y lograr un ahorro considerable. Así mismo, no es sólo una cuestión de la utilización de tecnologías eficientes, las soluciones también deben tener en cuenta los aspectos económicos. Las tecnologías de eficiencia energética serán ampliamente utilizadas sólo cuando sean económicamente viables, en su vida útil, y cuando no haya barreras de

³¹ International Energy Agency, Market Report Series: Energy Efficiency 2017, 2017, <https://www.iea.org/topics/energyefficiency/>

³² Carlos Murillo, *Tesis: Certificación de Eficiencia Energética En Edificios No Residenciales*, Universidad Nacional Autónoma de México, 2015.

³³ José Tejera, *La Contribución de Las Normas Internacionales de La Serie ISO 50000 a La Eficiencia Energética*, Canales de mecánica y electricidad, 2013.

³⁴ IEA, *Energy Technology Perspectives: Scenarios & Strategies To 2050*, 2010, Publications. doi:10.1049/et:20060114.

implementación. a nivel mundial y se estima que el potencial de ahorro energético en los edificios podría alcanzar entre 20 y 40%.³⁵

TECNOLOGÍAS CLAVE PARA REDUCIR EL CO2 EN EL ESCENARIO DEL BLUE

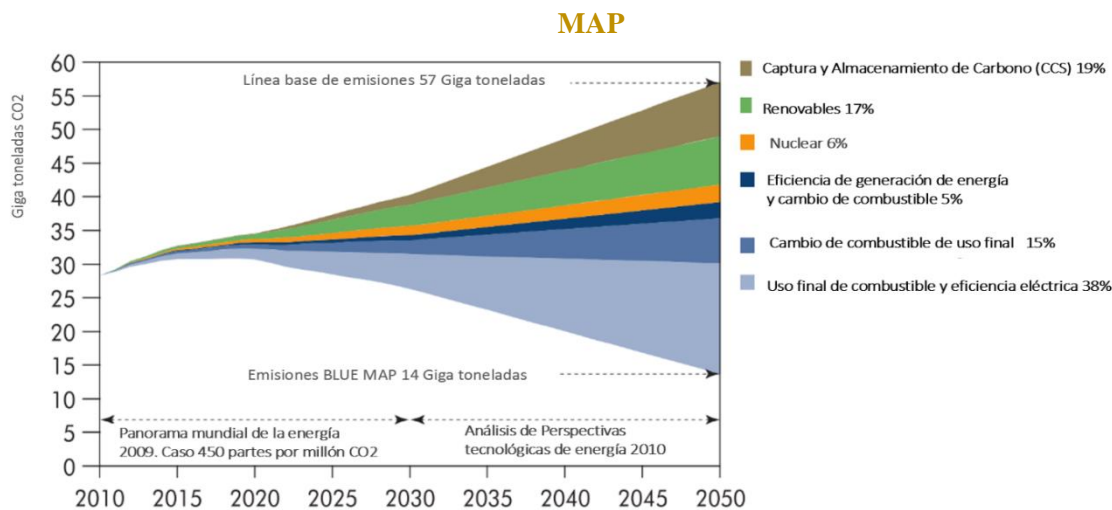


Tabla 4 Tecnologías clave para reducir el CO2, escenario BLUE MAP al 2050. Obtenido de La Agencia Internacional de la Energía, Perspectivas tecnológicas de la energía. pág 27

Algunas otras medidas de eficiencia energética son conocidas como “sentido común” o “buenas prácticas”, (por ejemplo: apagar los equipos que consumen energía), otras las proporcionan desarrollos tecnológicos (por ejemplo, lámparas con sensor de movimiento), estas medidas se evalúan en el llamado Post-occupational Evaluation (POE), que se encarga de la inspección del edificio después de ser ocupado, con la finalidad de establecer términos en el diseño de nuevas metas que incluyan la satisfacción del ocupante y también el consumo de los recursos como agua y energía.³⁶ **La tendencia mundial de edificación busca minimizar el impacto ambiental del sector de la construcción a través del uso eficiente de energía en el proceso de producción y operación del inmueble.**

A continuación, en la siguiente ilustración, la línea del tiempo expresa el desarrollo del programa de eficiencia energética de la administración pública federal (APF) de México. Este tipo de iniciativas, se evalúan constantemente, de manera que van evolucionando conforme las necesidades del momento y la respuesta de su aplicación.

³⁵ World Energy Council, *Recursos energéticos globales*, 2013, ISBN: 978 0 946121 29 8

³⁶ Adrian Leaman, et al. *Building Evaluation: Practice and Principles*, Building Research & Information 38 (March 2012): 564–77. doi:10.1080/09613218.2010.495217.

PROGRAMA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA. APF

LINEA DEL TIEMPO

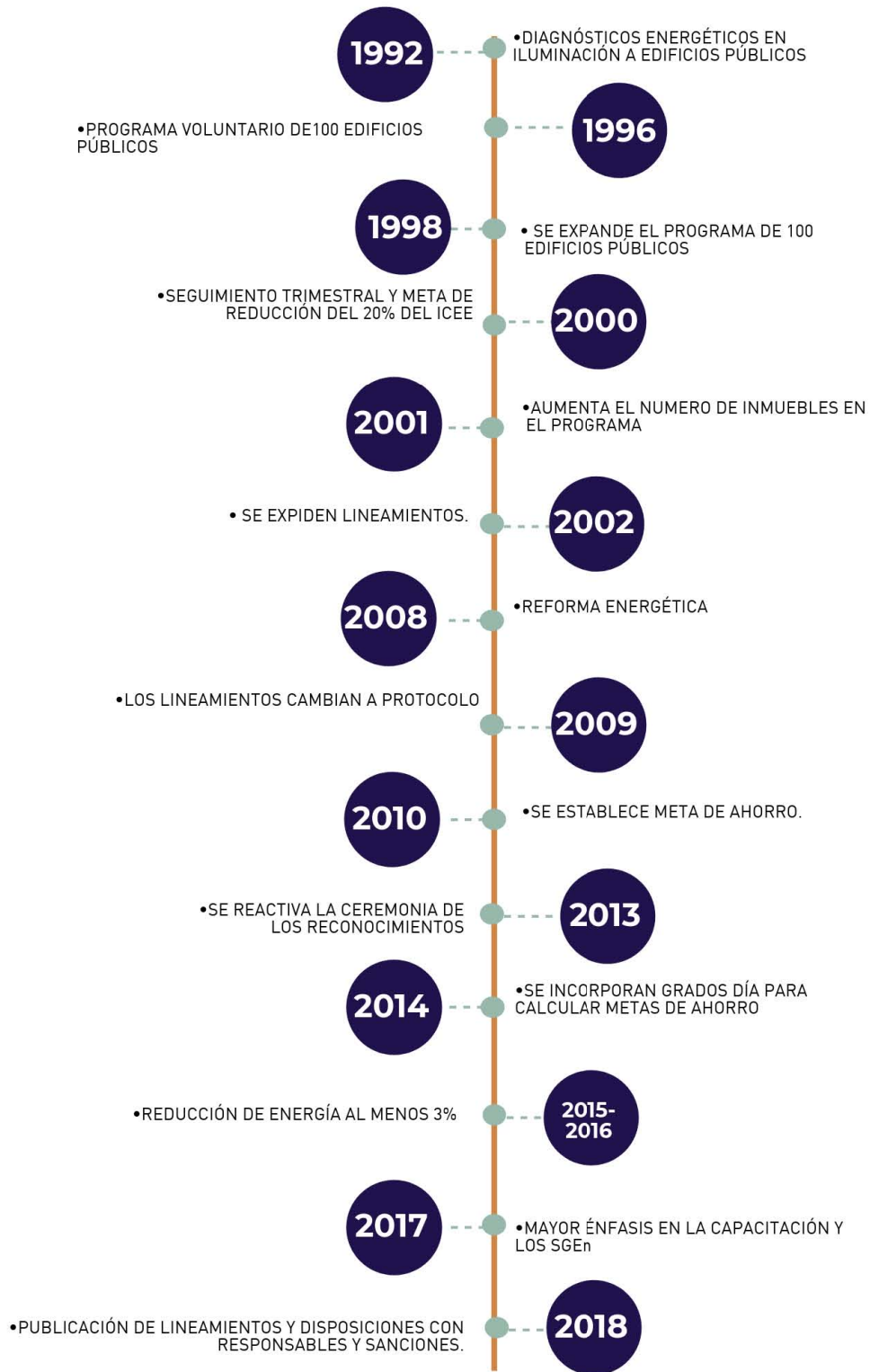


Ilustración 4. Programa de eficiencia energética en la administración pública federal (APF)

1.4.1 CONTEXTO DE NORMATIVIDAD ENERGETICA

A. MUNDO - ESTÁNDARES

En el año de 194, la ONU crea la organización internacional de estandarización (ISO)³⁷, en la cual los diferentes países pertenecientes pueden debatir para definir estándares para los productos o servicios que se intercambian entre ellos. Aunque solo son recomendaciones para que sean adoptadas por los países miembros con el adecuado trato legislativo en sus territorios.³⁸

ISO 50 002

Su propósito es definir el conjunto mínimo de requisitos que conduce a la identificación de oportunidades para la mejora de la eficiencia energética. ISO 50002 ha sido diseñado para complementar la norma ISO 50001, que se centra en el desarrollo de un sistema de gestión de la energía. Las auditorías energéticas son una herramienta para reducir el consumo de energía y encontrar una solución a largo plazo", explica Kit Oung, el líder del proyecto que desarrolló la norma ISO 50002. "Ayudan a identificar y priorizar las oportunidades para mejorar el rendimiento energético, reducir el desperdicio de energía y la obtención de naturaleza medioambiental beneficios".³⁹

B. MÉXICO.

La eficiencia energética como tal comenzó a tener importancia a partir de 1973, a consecuencia de la crisis petrolera. En ese momento fue cuando se tomó conciencia de la gran dependencia que se tenía de este combustible para cubrir las necesidades y es así como se comenzaron a formar entidades educativas y federales en torno a la eficiencia energética. En 1986, con la entrada de México al GATT⁴⁰, el gobierno se comprometió a usar las recomendaciones de ISO y otras organizaciones internacionales para crear sus propios

³⁷ ISO: International Organization for Standardization. Organización Internacional de Normalización.

³⁸ Secretaria Central de la ISO, *Progresar rápidamente*, organismos nacionales de normalización en países de desarrollo, 2010, www.iso.org

³⁹ Oung Kit, Nueva Norma de Auditorías Energéticas, ISO 50002 ,2014, www.iso.org.

⁴⁰ General Agreement on Tariffs and Trade. Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio

estándares, lo cual se concretó con la Ley Federal sobre Metrología y normalización en su primera versión, en consecuencia, fue obligado a usar solo un sistema cuantitativo (Sistema General de Unidades de Medida).⁴¹

Además, se crearon una serie de documentos llamados normas que estandarizan en todo el territorio mexicano ciertas características de los productos que involucran estos documentos. Para esto se crearon dos organismos de gobierno federal, uno técnico llamado Centro Nacional de Metrología (CENAM)⁴² y otro administrativo llamado Dirección General de Normalización (DGN)⁴³, ambos dependientes de la llamada entonces Secretaría de Industrias, hoy conocida como Secretaría de Economía.⁴⁴

Según la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de Energía (CONUEE), la normalización⁴⁵ en el país se plasma en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de carácter obligatorio, elaboradas por dependencias del Gobierno Federal y las Normas Mexicanas (NMX) de ámbito primordialmente voluntario, promovidas por la Secretaría de Economía y el sector privado, al través de los Organismos Nacionales de Normalización.⁴⁶

Hoy en día se cuenta con 29 normas de las cuales 24 normas son de producto y 5 normas de sistema. La Propuesta es de CONUEE o de fabricantes.

Beneficios: protege el medio ambiente, promueven tecnologías más eficientes, protege al consumidor y protege los recursos del país.

⁴¹ Centro de estudios de las finanzas públicas, *Evolución y perspectiva del sector energético en México 19970-2000, 2001*, <http://www.cefp.gob.mx/intr/edocumentos/pdf/cefp/cefp0512001.pdf>

⁴²Laboratorio nacional en materia de medidas de México

⁴³ Responsable de coordinar el sistema de normalización y evaluación de la conformidad, con base en lo dispuesto en Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento, para fomentar la competitividad de la industria y el comercio en el ámbito nacional e internacional.

⁴⁴ Ley Federal Sobre Metrología y Normalización, publicada en el Diario Oficial de la Federación del 1 de julio de 1992.

⁴⁵ Normalización: Proceso por el cual se regulan las actividades de los sectores tanto privado como público en materia de salud, medio ambiente en general, seguridad al usuario, información comercial, así como prácticas de comercio, industrial y laboral.

⁴⁶ CONUEE, http://www.conuee.gob.mx/wb/Conuee/contenedor_de_sistemas_y_productos

5 Normas de sistema: NOM-007-ENER-2014: eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales, NOM-008-ENER-2011: eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales, NOM-009-ENER-2014: eficiencia energética en sistemas de aislamientos térmicos industriales, NOM-013-ENER-2013: eficiencia energética para sistemas de alumbrado en vialidades, NOM-020-ENER-2011: eficiencia energética en edificaciones- Envolvente de edificios para uso habitacional.⁴⁷

24 Normas de producto: Normas oficiales mexicanas para eficiencia energética en equipos: NOM-001-ENER-2000, NOM-001-ENER-2014, NOM-002-SEDE/ENER-2014, NOM-003-ENER-2000, NOM-003-ENER-2011, NOM-004-ENER-2014, NOM-005-ENER-2010, NOM-010-ENER-2004, NOM-011-ENER-2006, NOM-012-SESH-2010, NOM-014-ENER-2005, NOM-015-ENER-2012, NOM-016-ENER-2010, NOM-017-ENER/SCFI-2008, NOM-017-ENER/SCFI-2012, NOM-018-ENER-2011, NOM-019-ENER-2009, NOM-020-SEDG-2003, NOM-011-SESH-2012, NOM-021-ENER/SCFI-2008, NOM-022-ENER/SCFI-2008, NOM-023-ENER-2010, NOM-028-ENER-2010, NOM-030-ENER-2012, NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005, NOM-032-ENER-2013⁴⁸

La eficiencia energética se puede medir, pero existe un bagaje de conocimiento para implementar medidas de operación-mantenimiento y establecer mejoras. La percepción de normas por los mexicanos afecta la realidad en la construcción, por ejemplo, la NORMA Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001, "Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales", fue creada hace 30 años, sin embargo, no se ha aplicado como se esperaba.

EVOLUCIÓN DE LOS PROGRAMAS ENERGÉTICOS:

En los noventa se inician los trabajos para eficientar el uso de la energía, en principio la eléctrica. y es así como surge:

- FIDE (Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica)
Organismo de participación mixta, no lucrativo, que promueve y apoya el uso eficiente de la energía eléctrica en los sectores industrial, municipal, comercial, de

⁴⁷ Ibíd

⁴⁸ Ibíd

servicios y domésticos. Además, fomenta la cultura del Ahorro de electricidad entre la población en general, y la asesora en la materia.

- PRONURE (programa nacional de uso racional de energía)

Este radicaba en el uso adecuado de los llamados “sistemas computarizados de administración de Energía Eléctrica (SCAEE), los cuales hacían énfasis en el uso correcto o eficiente de la energía eléctrica suministrada por la Comisión Federal de la Electricidad (CFE).

- CONUEE

Es un órgano administrativo desconcentrado de la SENER y tiene por objeto el promover la eficiencia energética y constituirse como órgano de carácter técnico en materia de aprovechamiento sustentable de la energía.



Tabla 5. Estructura considerada para los programas de la CONUEE. Obtenido de CONUEE.

A raíz de la primera y segunda crisis petrolera, se unieron alrededor de 350 mil asociaciones⁴⁹, entre ellas: APF⁵⁰, CONUEE⁵¹, SENER⁵², PEMEX⁵³, CFE⁵⁴, INE⁵⁵, CRE⁵⁶, IMP.⁵⁷

⁴⁹ Escobedo, A, *Diagnósticos energéticos*, posgrado de arquitectura, 2016.

⁵⁰ Administración Pública Federal

⁵¹ Comisión Nacional para el Uso Eficiente de Energía

⁵² Secretaría de Energía

⁵³ Petróleos mexicanos

⁵⁴ Comisión Federal de Electricidad

⁵⁵ Instituto Nacional Electoral

⁵⁶ Comisión Reguladora de Energía

⁵⁷ Instituto Mexicano del Petróleo.

PROGRAMAS DE AHORRO DE ENERGÍA. MÉXICO

LINEA DEL TIEMPO

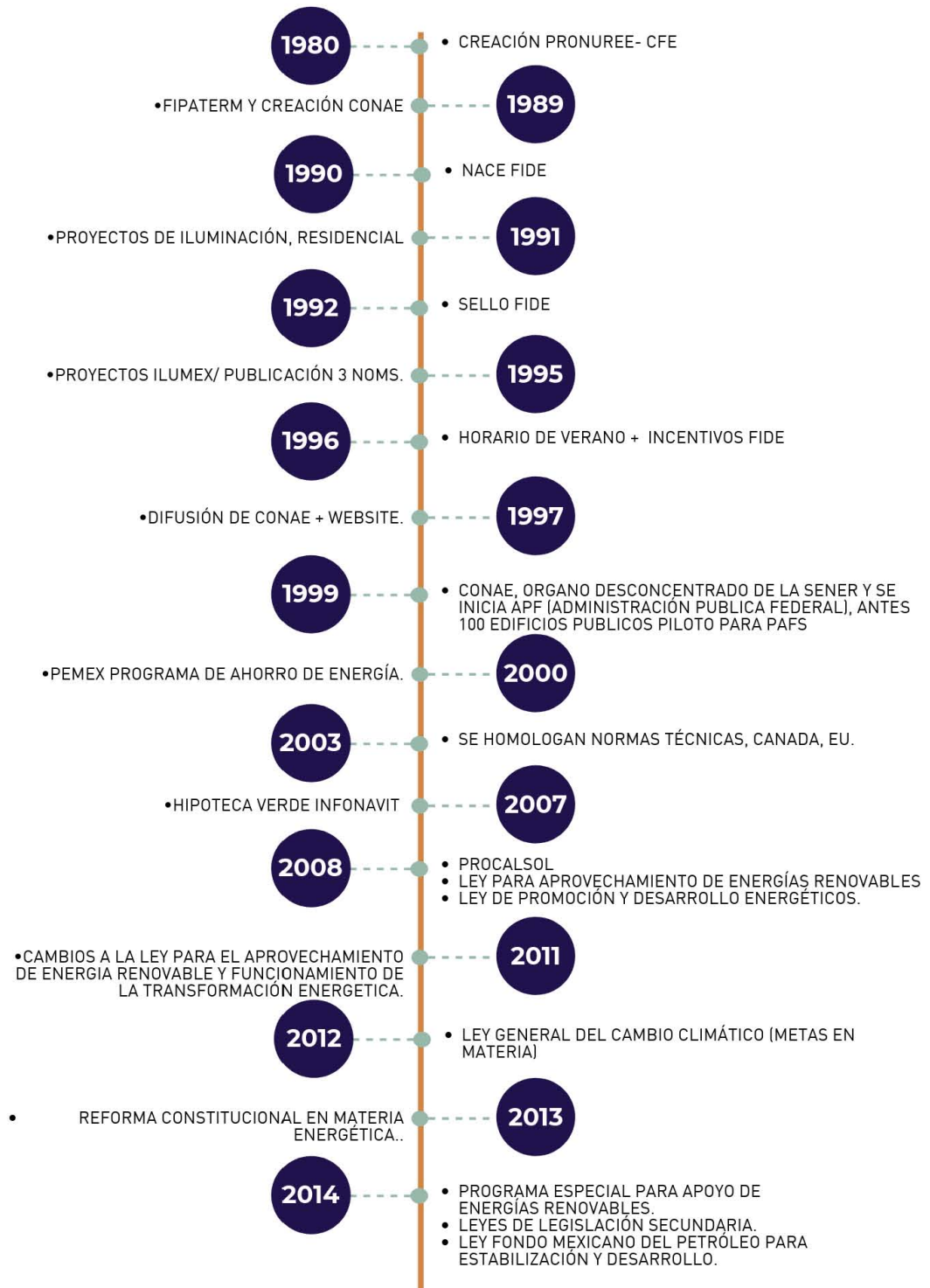


Ilustración 5. Evolución de programas energéticos en México. Obtenido de: “Diagnósticos energéticos” por Azucena Escobedo. Posgrado de la UNAM.

CONCLUSIONES CAPÍTULO 1

Las emisiones GEI generadas deterioran el planeta, en consecuencia, el número de catástrofes naturales aumenta cada año, debemos estar conscientes de los llamados que la naturaleza nos hace constantemente. La dependencia de los combustibles fósiles es un problema en México y en el mundo, debido a que terminarán agotándose. Una matriz energética equilibrada y diversificada es aquella en la que no se depende solo de un recurso, si no que busca alternativas con el fin de mitigar el daño ambiental, social y económico.

El capítulo resume los retos que enfrentamos y las iniciativas creadas a raíz de la problemática ambiental, comprender términos técnicos, definiciones y procesos como: gases de efecto invernadero, combustión o eficiencia energética, nos abre un panorama de áreas de oportunidad según nuestro campo de estudio o nuestros intereses.

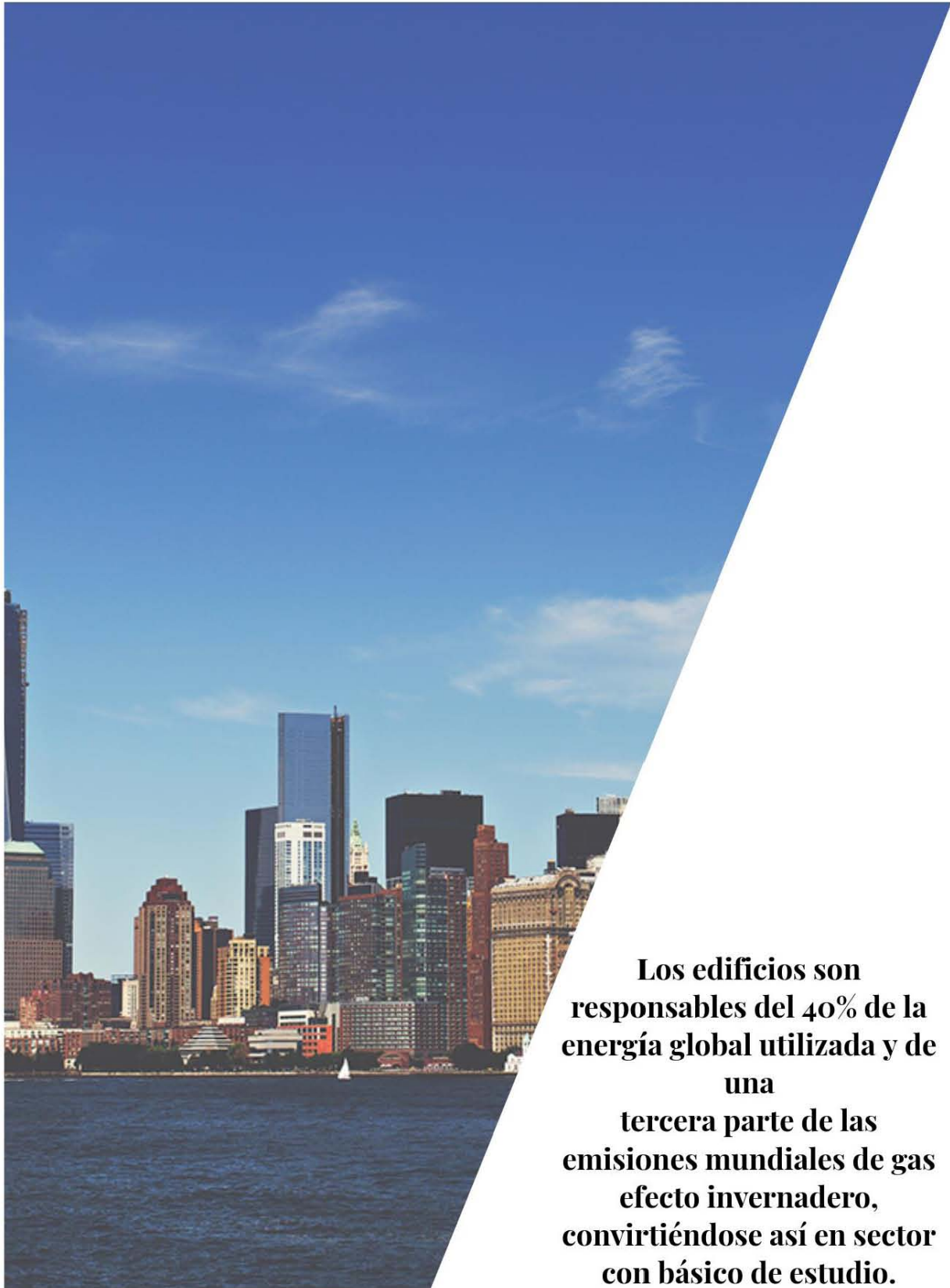
Resulta extraordinario el trabajo realizado: la cantidad de personas que han estado involucradas en las iniciativas, las distintas disciplinas involucradas, tiempo, recursos, voluntad, conocimiento, etc. La cuestión es ¿por qué no se aplican?, ¿por qué no son conocidas?, la eficiencia energética se puede medir, por ejemplo, a través de auditorías y otros instrumentos, pero existe un bagaje de conocimiento en principio de la existencia de los instrumentos y posteriormente la forma en que estos se aplican.

La percepción de normas por los mexicanos afecta la realidad en la construcción, por ejemplo, la NORMA Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001, "Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales", fue creada hace 30 años, sin embargo, no se aplicado como se esperaba. Considero que el problema no está en las estrategias creadas, sino en cómo se le presentan al arquitecto, a los interesados.

A su vez, independientemente de la forma pedagógica de cómo llega la información, las normas se encuentran disociadas entre sí, lo que **dificulta en primera instancia su comprensión y en consecuencia su aplicación. Si realmente queremos generar un cambio hay que situarnos en donde estamos y a donde vamos.**

Es por esto por lo que esta investigación va encaminada a la creación de un instrumento de evaluación energética que guie en un futuro una certificación UNAM ya que las certificaciones (como veremos en el capítulo 2) son una forma de garantizar la calidad y expresar un nivel de competencia a través de sistemas validados internacionalmente.

CAPITULO 2 . ENERGÍA Y ARQUITECTURA



Los edificios son responsables del 40% de la energía global utilizada y de una tercera parte de las emisiones mundiales de gas efecto invernadero, convirtiéndose así en sector con básico de estudio.

CAPITULO 2. ENERGÍA Y ARQUITECTURA

La arquitectura es un factor que afecta el equilibrio natural, debido a que, en la búsqueda de protección, surge el hogar, y por lo tanto los procesos de diseño, construcción y modificación del hábitat humano.

McDonough y Braungart en *From cradle to cradle: Remaking the way we make things*¹, sugieren que el sistema dominante de la producción industrial y el consumo, opera como si hubiera sido diseñado para obtener los siguientes resultados: la generación de gigantescos montos de materiales inservibles, con enormes cantidades de químicos tóxicos para emitirlos en el aire, agua y severa erosión en la diversidad de otras especies y otras culturas, entre otros. Según el banco mundial, se estima que para el 2050 habrá más de 9.000 millones de personas en el mundo.² ¿Cuántas edificaciones serán necesarias para cubrir esta demanda que sigue en aumento? Como se puede inferir, la industria de la construcción realizará las obras que sean necesarias, pero a medida que se construye sin tomar decisiones informadas relacionadas con la energía, aumenta la producción, aumenta el consumo y por lo tanto una gran cantidad de emisiones.

Con relación a la problemática existente según el inventario nacional de emisiones de gases efecto invernadero, el sector de la manufactura y construcción emite 11.3 por ciento (56.74 millones de toneladas de CO₂e) de las GEI y de acuerdo con el PNUMA³ **los edificios son responsables del 40% de la energía global utilizada y de una tercera parte de las emisiones mundiales de gas efecto invernadero, convirtiéndose así en sector con básico de estudio.** El entorno donde pasamos nuestra vida (aproximadamente el 90% en interiores)⁴ es en gran medida culpable. Según estimaciones del Banco Mundial, en una región donde 8 de cada 10 habitantes vive en ciudades, los edificios consumen el 21% del agua tratada, el 42% de la electricidad y causan el 25% de las emisiones de CO₂.¹

¹ Michael McDonough, et al., *From cradle to cradle: Remaking the way we make things*, North Point Press, New York, 2002.

² Banco Mundial, *Cambio climático*, www.bancomundial.org/es/topic/climatechange/overview

³ PNUMA, *Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente*, <http://www.pnuma.org/>

⁴ World Health Organization *Combined or multiple exposure to health stressors in indoor built environment, an evidence-based review prepared for the WHO training workshop "Multiple environmental exposures and risks"*, Germany, 2013.

¹ Grupo Banco Mundial BIRF-AIF, 2016, *¿más casas o más medioambiente?*, Washington DC, <http://www.bancomundial.org/es/news/feature/2016/04/28/construccion-inmobiliaria-lac-emisiones-gases-mas-casas-o-mas-medioambiente>.

México cuenta con un marco regulatorio de construcción que comprende:

- Gobierno Federal: promueve, elabora y vigila las Normas NOM.
- Gobiernos Locales: son responsables de desarrollar su marco regulatorio de la construcción y de la planeación urbana.
- La industria: participa en la elaboración de las normas NOM y NMX.
- Reglamento de Construcción

Muchos de estos reglamentos, NOM y NMX, contienen información para el desarrollo de proyectos arquitectónicos enfocados a la eficiencia energética de edificios tanto nuevos como ya construidos, pero no se conocen, en algunos casos contienen información, que tal vez solo especialistas puedan interpretar.

La arquitectura desarrolla un papel fundamental a la hora de lograr eficiencia energética, en edificios nuevos, la óptima distribución de espacios, una mejor orientación, mayor luz natural, ventilación cruzada entre otras son estrategias que contribuyen de manera pasiva a un menor consumo energético. El diseño ecológico provee una perspectiva de diseño (edificios nuevos) y la relación con el medio ambiente Si los principios ecológicos fueran rigurosamente aplicados habría un progreso significativo en el ámbito ecológico, sustentable, y económico.²

El caso ideal sería en el que nos toca ocuparnos de un proyecto desde cero, pero ¿qué sucede en Ciudad de México? o en Ciudad Universitaria en donde la mayoría del suelo se encuentra construido, la mejor estrategia es evaluar los edificios, hacer un escaneo de su comportamiento, sobre todo para identificar fugas de energía o daños en el cableado, eficiencia de los equipos instalados, incluso, los usuarios intervienen, como veremos en este capítulo 2, en el estudio del usuario posterior a la ocupación del edificio.

Hoy en día se les llama “edificios verdes” o “edificios eficientes” a los edificios que buscan minimizar su impacto ambiental³, para edificios nuevos o edificios ya construidos. Los edificios con Certificaciones LEED o BREEAM, son llamados edificios verdes, ya que cumplen con los criterios de: consumo energético, control de servicios de iluminación, aire acondicionado, agua, drenaje,

² Fan Shu-yang, et al., 2004, *Principles and Practice of Ecological Design*, NRC Research Press 12: 97–112. doi: 10.1139/A04-005, pág. 3 y 4.

³ Green Building -US EPA, www.epa.gov.

residuos, sitio, entre otros. La evaluación se realiza través de instrumentos para detectar problemas y establecer mejoras. Existe una gran variedad de instrumentos que se aplican según el tipo de resultados que se desee obtener, estos se mencionan en el apartado 2.2 de este mismo capítulo.

Entonces, el estudio de edificios es importante:

- Porque determinan, en gran parte del país, la demanda máxima del sistema eléctrico.
- Porque representan un alto porcentaje del consumo de electricidad y de gas y, por lo mismo, de emisiones de gases de efecto invernadero.
- Porque pueden ser diseñados y operados con una mayor eficiencia energética.
- Porque la calidad de su diseño y operación influye significativamente en la calidad de vida de las personas que las ocupan y la productividad y la competitividad de las empresas donde laboran.

La naturaleza, tecnología y arquitectura son los elementos que con una buena comunicación pueden producir efectos favorables en relación con el medio ambiente y su conservación.

2.1 INSTRUMENTOS DE EVALUACION ENERGÉTICA

SISTEMAS DE EVALUACIÓN: la mayoría de estos sistemas mezclan dos tipos diferentes de información:⁴

- Medidas incorporadas al proyecto
- Impactos asociados a las medidas.

Esto brinda un intento por resolver dos funciones

1. Guiar a los proyectistas (guía de diseño)
2. Evaluar el rendimiento de la manera mas objetiva posible(herramientas)

SISTEMA DE CALIFICACIÓN: valoración de actuaciones, establecidas en créditos a los que se asocia un número de puntos en función de su importancia en los impactos asociados al crédito.⁵ Generalmente los métodos presentan puntuación y pesos fijos desarrollados para una región determinada. Estos sistemas ofrecen simplicidad y facilidad de aplicación al mercado edificatorio.

MODELACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA DEMANDA ELÉCTRICA EN FUNCIÓN DE USOS FINALES DE ENERGÍA ELÉCTRICA: La modelación de los parámetros predice, el cambio

⁴ Martínez R, Felipe, *Los indicadores como herramientas para la evaluación de la calidad de los sistemas educativos*, 2010,

⁵ Macías, M., & García Navarro, J. Metodología y herramienta VERDE para la evaluación de la sostenibilidad en edificios. *Informes de La Construcción*, 62(517), 87–100., 2010, <http://doi.org/10.3989/ic.08.056>

de la demanda al llevar a cabo modificaciones por cambio de tecnologías o estimar su impacto por cambios en el patrón de uso. La modelación a través de herramientas estadísticas específicamente con regresión lineal múltiple aporta una ecuación que cumple con el objetivo.⁶

LA FUNCIÓN DE NORMALIZACIÓN convierte el valor de los indicadores (por ejemplo 50 kWh/m² año de consumo de energía no renovable) en una puntuación adimensional normalizada en un intervalo específico (por ejemplo, de 0 a 5 en la herramienta VERDE). Cada valor del indicador puede ser normalizado de diferente manera (lineal o no lineal), dependiendo de sus características.⁷

SIMULACIÓN: Se cargan los planos o un modelo 3d lo más detallado posible en un software, en donde se realizan cálculos que permiten controlar como accionará el futuro edificio, teniendo en cuenta variables como el clima, sistemas, equipos, entre otros .⁸

MODELOS ESTADÍSTICOS: Comparación del desempeño energético de un edificio con otro del mismo tipo. El modelo analiza el impacto que tienen diversas variables independientes sobre el consumo de energía por superficie construida. Así como el comportamiento de los ocupantes.⁹

CÁLCULO: Softwares que realizan estimaciones de los sistemas instalados en los edificios. Se proporciona información específica a los fines. Los datos arrojados son informativos y no sustituyen un dictamen de verificación.¹⁰

INDICADORES: Herramienta para medir la propiedad física de un criterio. Algunos indicadores pueden asociarse a un solo criterio o a varios impactos para medir una sola propiedad física. Muestra el grado de eficiencia energética en un edificio. Apoya la medición de una situación o instante concreto, o su tendencia a lo largo del tiempo, es cuantificable y objetivo, de manera que permite realizar un seguimiento. ¹¹

⁶ Escobedo Izquierdo, M. A. *Análisis y modelación del consumo de energía eléctrica en edificios universitarios con base a usos finales y parámetros arquitectónicos: Caso UNAM-CU*. Universidad Nacional Autónoma de México, 2009.

⁷ Macías, M., & García Navarro, J. Metodología y herramienta VERDE

⁸ López Lorenzo, M. Certificación energética de un edificio universitario existente, 1–137. (2017). Retrieved from <https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/24358/1/TFG-I-618.pdf>

⁹ Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, *Herramienta de calificación del desempeño energético de edificios para el uso de oficinas y bancos*, 2015, <https://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/herramienta-de-calificacion-del-desempeno-energetico-de-edificios-para-el-uso-de-oficinas-y-bancos->

¹¹ Macías, M., & García Navarro, J. Metodología y herramienta

MANUALES Y GUÍAS TÉCNICAS: Facilita tareas mecánicas, estas se pueden elaborar a partir de datos recabados, campañas experimentales, planes de acción y gestión. Para que los usuarios puedan gestionar energía con iguales o mayores niveles de producción y confort.¹²

MATRICES ENERGÉTICAS: Es una representación cuantitativa de un balance energético. Es fundamental para orientar la planificación del sector energético, y las áreas de oportunidad para establecer recomendaciones.¹³

AUDITORIAS ENERGETICAS O DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

Cuando el objeto de una auditoria son los edificios, equipos conectados a ellos o infraestructura de producción, y cuyo objetivo es reducir el consumo de energía primaria de combustibles fósiles, esta se conoce como auditoria energética.¹⁴

El diagnostico energético o auditoria energética consiste en el análisis de los flujos de energía en un edificio, mediante este se estudia de forma exhaustiva el grado de eficiencia energética de una instalación, analizando los equipos consumidores de energía, envolvente térmica y/o hábitos de consumo (también llamado: evaluación post – ocupacional, de la cual hablaremos en el punto 2.5)¹⁵

Propósitos: conservación de energía, establecer oportunidades de ahorro, análisis exploratorio, indicadores nuevos según la tipología del edificio.

Resultados: revelan donde y como es utilizada la energía.

Aplicación: parcial-equipos y proceso, integral-plantas.

Clasificación: según su nivel de profundidad (actividades de desarrollar), porcentaje de energía analizado, certidumbre de resultados o tiempo de ejecución.

¹² Hernández, M., & Omar, C, Tesis: *Certificación de eficiencia energética en edificios no residenciales*. Universidad Nacional Autónoma de México, 2015.

¹³ Jaramillo, J, *matriz energética*, fundamentos de la electricidad ,2014.

¹⁴ Dall'O', G. *Green Energy Audit of Buildings. Green Energy and Technology* (Vol. 146). Milan, Italia: Springer, 2013, <http://doi.org/10.1007/978-1-4471-5064-0>

¹⁵ Ayuntamiento de Jerez de la Frontera. (2011). *Diagnóstico energético de la biblioteca pública municipal Agustín Muñoz*. Jerez de la Frontera, España.

NIVELES EN EL DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

01	02	03
<ul style="list-style-type: none"> • % de energía analizada(censo de equipos) : 60-70% • Análisis de 12 meses de factura eléctrica • Medición eléctrica en la acometida • Certidumbre de resultados 70-90% • Ejecución: 1 mes 	<ul style="list-style-type: none"> • % de energía analizada(censo de equipos) : 70-85% • Análisis de 12 meses de factura eléctrica • Medición en varios puntos. • Certidumbre de resultados 90-95% • Ejecución: 2 meses 	<ul style="list-style-type: none"> • % de energía analizada(censo de equipos) : 90-100% • Análisis de 24 meses o + de factura eléctrica • Medición eléctrica y térmica en varios puntos. • Certidumbre de resultados +95 % • Ejecución: 6 meses

Tabla 6. Niveles en el diagnóstico energético según la comunidad europea. Elaboración propia

ISO 50002

Nos arroja el proceso más confiable, creado por expertos que incluye la participación de 59 naciones (14 de los cuales son observadores).¹⁶ Por ahora, es un proceso que solo aplican los expertos, debido al nivel de complejidad que maneja, este puede aumentar dependiendo del caso que se esté estudiando y sus características particulares.

ISO 50002 especifica los requisitos del proceso de realización de una auditoría energética en relación con la eficiencia energética. Es aplicable a todos los tipos de establecimientos y organizaciones, y todas las formas de uso de la energía. Una auditoría energética puede apoyar una revisión de la energía y puede facilitar el seguimiento, la medición y el análisis como se describe en la norma ISO 50001, o puede ser utilizado de forma independiente¹⁷

Las certificaciones verdes, en materia de energía, en donde se incluye una auditoria energética ISO, no se limita a proporcionar herramientas y métodos para reducir el consumo de energía, sino que plantea un objetivo más ambicioso: contribuir a una mejora general de la sostenibilidad del edificio considerado. A continuación, se presenta en 4 tablas el procedimiento para realizar una auditoria energética basado en la ISO 50002.

¹⁶ International Organization for Standardization, *ISO 50002: 2014*, Energy audits, requirements with guidance for use. 2014. <https://www.iso.org>

¹⁷ International Organization for Standardization, *ISO 50001: 2011*, Energy audits, requirements with guidance for use. 2014, <https://www.iso.org>

ETAPAS DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

01 ANALISIS PREVIO

DATOS GENERALES DE LA EMPRESA:

- Nombre, ubicación, usos finales, clasificación, antigüedad, turnos, empleados, teléfono, RFC, características (m² construcción, niveles, remodelaciones)

formato en anexo 01

- Consumos de electricidad y producción de energía.
- Investigación de empresas del mismo ramo.

02 TRABAJO DE CAMPO

- Entrevista con directivos
- Recorrido.
- Mediciones eléctricas
- Identificación de oportunidades

FACTURA ELÉCTRICA

- Tarifa, región, demanda contratada
- Análisis historial de facturación
- Energía total consumida: kWh/mes
- Demanda kW
- Factor de potencia
- Factor de carga
- Desglose de cargos de facturación
- Facturación total \$/mes
- kWh/m²

03 TRABAJO DE GABINETE

- Trabajo de gabinete

04 ENTREGA DE ESTUDIO

- Consumos específicos
- Indicadores de energía
- Procesos tecnológicos
- Índices de referencia

Tabla 8. Etapas de auditoría energética. Elaboración propia. Obtenido de : "Diagnósticos energéticos" por Azucena Escobedo. Posgrado de la UNAM.

ETAPA 02 TRABAJO DE CAMPO.

<div style="background-color: #4CAF50; color: white; border-radius: 50%; width: 30px; height: 30px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 0 auto; margin-bottom: 10px;">1</div> <p>1.1 Entrevista 1.2 Recorrido por planta 1.3 Distribución de energía 1.4 Identificación de principales sistemas de consumo de energía eléctrica.</p>	<div style="background-color: #4CAF50; color: white; border-radius: 50%; width: 30px; height: 30px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 0 auto; margin-bottom: 10px;">2</div> <p>a) Campo Conocer intereses - personal de mantenimiento- Explicación de proceso o distribución de energía - corroborar- Plan de trabajo, alcances y compromisos.</p> <p>b) Recorrido por planta Objetivos: mantener comunicación con personal de mantenimiento</p> <p>c) Plano de distribución de energía Entradas Ubicación de medidores Distribución de energía.</p> <p>d) Identificar y evaluar principales sistemas de consumo de energía. Revisión de procedimientos de informes Diagrama de flujo unifilares Registro del funcionamiento de equipos o sistemas Condiciones de funcionamiento Inventario de equipos FORMATO ANEXO #04</p>	<p>e) Mediciones eléctricas Tiempo: 24 hrs, mínimo por 7 días - 1 semana Identificar horas de demanda máxima y consumo eléctrico. (el auditor determina puntos clave para mediciones. Variables en las mediciones eléctricas Fluctuaciones de voltaje, efecto joule (perturbaciones en las redes eléctricas), desbalanceo de fases (altas y bajas), interrupciones de energía y factor de potencia.</p> <p>d) MAE'S : Medidas de ahorro energético. -Operativo -Inversión \$ 1. Bajo costo: mantenimiento preventivo. 2. Inversiones: cambios de equipo (retrofit), foto-celdas</p>
---	--	---

Tabla 7. Etapa 2. Trabajo de campo. Elaboración propia. Obtenido de : "Diagnósticos energéticos" por Azucena Escobedo. Posgrado de la UNAM.

ETAPA 03 TRABAJO DE GABINETE

1

Análisis de información técnica

- Evaluación de medidas
- Descripción de requerimientos mínimos
- Datos del sistema actual
- Datos del sistema propuesto
- Potenciales de ahorro económico y energético.
- Inversión requerida (costo de sustitución de equipos)
- Análisis de recuperación de inversión: valor presente neto (tasa interna de recuperación evaluación económica), tasa simple.
- Beneficios ambientales

2

Reporte

1. introducción
2. Resumen ejecutivo (no más de 2 hojas)
3. Situación de la empresa (uso, tarifa, horario etc...)
4. Balance o matriz energética
5. Análisis de usos finales
6. Indicadores energéticos
7. Medidas de ahorro
8. Anexos (gráficas, fichas, tablas, resumen, recomendaciones, programa de inversión)

*CONUEE índice:

1. resumen energético
2. Reporte técnico

Tabla 10. Trabajo de gabinete, etapa 3. Elaboración propia. obtenido de: "Diagnósticos energéticos" por Azucena Escobedo. Posgrado de la UNAM.

PROCESO AUDITORÍA ENERGÉTICA - ISO 50002

MEDICIÓN ELÉCTRICA

Equipo: analizador de redes.
Llenado de datos
Programación del equipo

Datos generales: nombre de la instalación, periodo de fechas, capacidad de transformador, intervalo de registro recomendado cada 15 minutos.

Interesa medir variables: consumo, demanda máxima, factor de potencia, voltaje y corriente en fases

Validar: con factura, incluye factor de uso (%)

FACTURACIÓN ELÉCTRICA

Validar con factura: para revisión de estimado y aproximado.

Cuando NO hay factura se tiene como opción: interpolar, establecer promedios, regresión múltiple, omitir o agregar 1 mes.

Si NO se puede validar contra la factura se realiza MEDICIÓN.

MEDICIÓN

- Datos generales: nombre, tarifa, región
- Datos Factura: según tarifa.
- Base de datos: demanda máxima, consumo promedio mensual, factor de potencia, patrones de comportamiento y datos a típicos
- Gráficas: revisión.

CENSO DE CARGAS

ANÁLISIS

1. Base de datos
2. Balances energéticos (demanda max, distribución, consumo)
3. Calcular indicadores energéticos (NOM007 kW/m² año)
4. Estimar potencial de ahorro energético en base al censo.

ANÁLISIS GENERAL

- Identificar usos finales
- Matriz energética de equipos o sistemas
- Calcular potencia instalada (suma demandas , número de equipos o sistemas)
- Estimar demanda máxima, factor de coincidencia.
- Consumo mensual
- Indicadores de energía
- DPEA
- Calcular demanda real max total kWh/m² año - ICEE
- Estimar demanda máxima en base a carga instalada.

Tabla 9. El proceso es parte de la etapa 2, en donde se describe el trabajo de campo. Elaboración propia. obtenido de: "Diagnósticos energéticos" por Azucena Escobedo. Posgrado de la UNAM.

2.2 CERTIFICACIONES

Para la organización española AENOR – Asociación Española de Normalización y Certificación, que es una entidad privada sin fines lucrativos, creada en 1986, cuya actividad contribuye a mejorar la calidad y competitividad de las empresas, mediante la certificación de productos y servicios. Define las certificaciones como:

La acción llevada a cabo por una entidad independiente de las partes interesadas mediante la que se manifiesta que una organización, producto, proceso o servicio, cumple los requisitos definidos en unas normas o especificaciones técnicas¹⁸

Las certificaciones verdes pretenden evaluar y certificar los aspectos medioambientales considerados en el proyecto o construcción, incluyendo además del análisis de los aspectos energéticos, criterios relacionados con el consumo de agua, materiales de construcción, residuos, calidades ambientales, entre otros.¹⁹

DIFERENCIA DE CERTIFICACION DE UN PRODUCTO Y UN SISTEMA

PRODUCTOS		EMPRESAS O SISTEMAS
Garantiza el cumplimiento de un producto respecto de un estándar.		Garantiza la existencia de un sistema de gestión ISO (9000,18000,14001)

Tabla 11 . Diferencia de certificación de un producto y un sistema. Elaboración propia obtenido de Centro de Estudios de Medición y Certificación de Calidad, CESMEC S.A – Chile

Una certificación tiene que cumplir un determinado papel, por ejemplo:

- Es una forma de garantizar calidad y expresar nivel de competencia
- Productos: puede representar una garantía para su inversión, utilizarse como estrategia de venta para representar un valor agregado²⁰

¹⁸Asociación Española de Normalización y Certificación, AENOR, http://www.aenor.es/aenor/certificacion/procesos/proceso_certificacion_aenor.asp#.WEiBgfnhB3g.

¹⁹ Víctor Vallejo, *Las Diversas Certificaciones Aplicables a Los Edificios Sustentables En México*, MULTIDISCIPLINA 18 (Diseño y Edificación), 2014, pág. 33

²⁰ Valor agregado: característica extra que un producto o servicio ofrece con el propósito de generar mayor valor dentro de la percepción del consumidor

c) Empresas: forma de evaluar su producto.

PRINCIPALES SISTEMAS DE CERTIFICACION EN EL MUNDO ACREDITADOS POR SB ALLIANCE

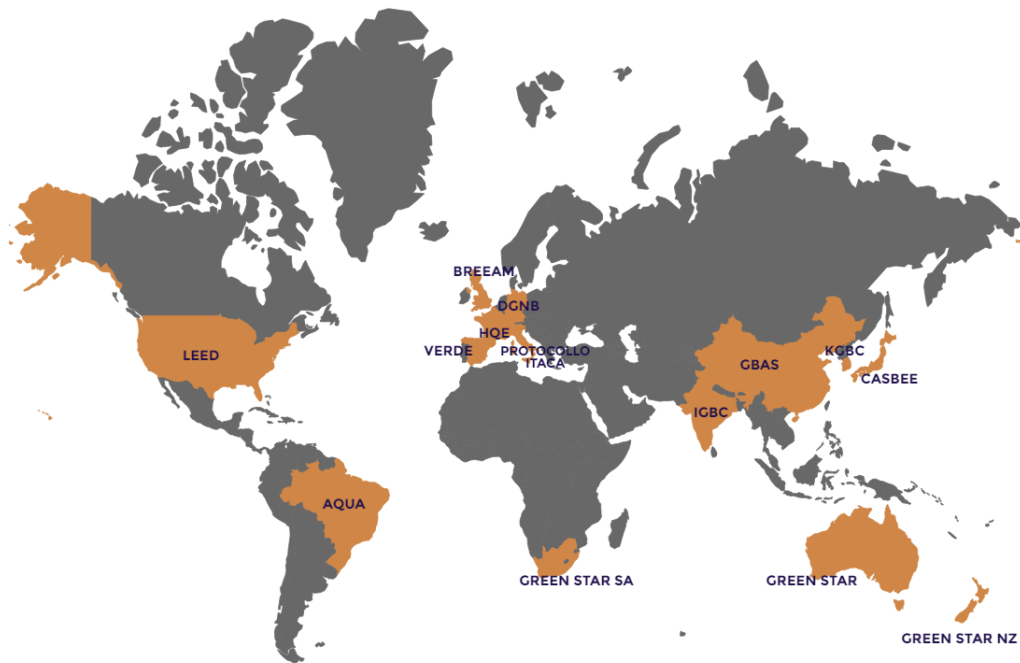


Ilustración 6. Principales sistemas de certificación en el mundo acreditados por SB Alliance.
Elaboración propia obtenido de SB Alliance

La certificación en edificios sustentables es un procedimiento o sistema de evaluación por el cual se acredita que una edificación se ajusta a los lineamientos o estándares de los organismos certificadores. En algunos contextos los reglamentos o normas han probado ser mecanismos eficaces para la reducción del consumo de energía en edificaciones, ya que tan solo la calefacción y el enfriamiento de espacios interiores o calentamiento de agua, corresponden a la mitad de la energía consumida, según la Agencia Internacional de Energía.²¹

²¹ International Energy Agency (IEA), 2010

PRINCIPALES SISTEMAS DE CERTIFICACION PARA EDIFICIOS








SISTEMA DE CERTIFICACION	ORGANISMO	SISTEMA	CALIFICACIONES OBTENIDAS	DISTRIBUCION DE CREDITOS	ENERGIA
 LEED LEADERSHIP IN ENERGY & ENVIRONMENTAL DESIGN 1998	U.S. Green Building Council La GBCI proporciona una tercera parte de la verificación de los servicios	Sistema de puntuación en el cual las edificaciones obtienen puntos LEED por satisfacer criterios específicos de construcción sustentable.	-Certificado 40-49 pts. -Plata 50-59 pts. -Oro 60-79 pts. -Platinum 80 pts o más	- Ubicación y Transporte (16 puntos) - Sitios sustentables (10 puntos) - Uso Eficiente del Agua (10 puntos) - Energía y Atmósfera (35 puntos) - Materiales y Recursos (14 puntos) - Calidad Ambiental Interior (15 puntos) - Innovación en el diseño (6 puntos) - Prioridad Regional (4 puntos) Total: 100 puntos básicos; 6 posibles en Innovación en el Diseño y 4 puntos en Prioridad Regional	-Optimización del comportamiento energético -Instalaciones eficientes. -Uso de Energías Renovables. -Instalaciones eficientes. -Mantenimiento
 BREEAM BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT ENVIRONMENTAL ASSESSMENT METHOD 1990	BRE global.	En función a los parámetros de referencia establecidos en cada una de las categorías. Posee esquemas de certificación específicos para Europa y la Region del golfo.	>30% Aceptable 45% Bueno 55% Muy Bueno 70% Excelente >85% Excepcional	- Energía (30 puntos) - Salud y Bienestar (10 puntos) - Agua (9 puntos) - Uso de suelo (10 puntos) - Contaminación (13 puntos) - Transporte (9 puntos) - Materiales (12 puntos) - Residuos (7 puntos) - Procesos de gestión (22 puntos) - Innovación (10 puntos)	-Reducción de emisiones -Monitorización de la Energía -Iluminación exterior -Tecnologías de bajo y cero carbonos. -Energía eficiente de almacenamiento de frío -Sistemas de transporte eficientes en energía -Energía eficiente en Sistemas de Laboratorio -Equipo de eficiencia energética -Espacio de secado (Solo residencial)
 AQUA ALTA QUALIDADE AMBIENTAL 2008	Fundación Vanzolini con la cooperación francesa "HQE-Gestiones" Brasil	Herramienta capaz de evaluar medioambientalmente a las construcciones en Brasil. Matriz de evaluación.	Bueno Superior Excelente	Todas 7,14 % cada uno - Edificio y entorno - Eleccion de productos - sistemas y procesos constructivos - obras de bajo impacto - gestion de energia - gestion de agua - gestion de residuos de uso y operacion de edificio - mantenimiento - comodidad higrotermica - confort acustico - confort visual - confort ofativo - calidad del aire - calidad del agua.	
 CASBEE COMPREHENSIVE ASSESSMENT SYSTEM FOR BUILDING ENVIRONMENTAL EFFICIENCY 2001	Japan Sustainable Building Consortium (JSBC) Japón Asia	Una construcción tendrá mayor puntaje a medida que aumente Q y disminuya L. Indicador del desarrollo ambiental del edificio (BEE = Q/L). Es el único sistema que incluye el concepto de ECO-EFICIENCIA.	S Excelente ★★★★★★ A Muy bien ★★★★★ B+ Bien ★★★★ B- Bastante pobre ★★★ C Pobre ★★	Q (calidad): Valida la mejora en la calidad de vida de los usuarios del edificio, dentro del espacio cerrado hipotético (propiedad privada) L (Cargas) : Valida los impactos ambientales negativos que van más allá del espacio hipotético cerrado para el exterior (la propiedad pública)	-Carga térmica del edificio -Utilización de energías renovables. - Eficiencia en la prestación de servicios del edificio y la operación de sus instalaciones.

Tabla 12. Principales sistemas de certificación en el mundo. 01 Obtenido de las paginas oficiales de cada certificación. <http://www.usgbc.org/LEED O+M>, <http://www.breeam.com/>, <http://vanzolini.org.br/aqua/> <http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/> . Elaboración propia.

PRINCIPALES SISTEMAS DE CERTIFICACION PARA EDIFICIOS

SISTEMA DE CERTIFICACION	ORGANISMO	SISTEMA	CALIFICACIONES OBTENIDAS	DISTRIBUCIÓN DE CREDITOS	ENERGIA
 DGNB DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR NACHHALTIGES. CONSEJO DE LA APROBACION DE CONSTRUCCION SOSTENIBLE. 2007	German Sustainable Building Council. En cooperación con el Ministerio Federal de Transportes, Obras Públicas y Desarrollo Urbano.	Cada campo es validado con criterios específicos que pueden ser diseñados y pesados de manera distinta según el perfil de ocupación. Cada campo es validado durante todo el ciclo de vida del edificio. La validación se concentra en las metas, y no en las acciones individuales	- Oro 80% - Plata 65% - Bronce 50%	Localización - evaluado por separado Economía 22.5% Ecología 22.5% Social 16% Técnico 22.5% Procesos de planeación 5% Funcional 6.5% Proceso de construcción 5% Proceso operativo 2%	

 VERDE 2003	España Green Building Council España.	Basado en la metodología del Análisis de Ciclo de Vida. La evaluación puede ser sobre reducción de impactos o de la evaluación de las medidas implementadas. En caso de evaluación de medidas, los criterios tienen unos impactos asociados que les dotan de su peso relativo en la herramienta. Matriz de evaluación.	0 a 5 VERDE Hojas verdes. De >30% a 40% de los puntos: 1 hoja De >40% a 50% de los puntos: 2 hojas De >50% a 60% de los puntos: 3 hojas De >60% a 80% de los puntos: 4 hojas De >80% a 100% de los puntos: 5 hojas	-Cambio climático 27% -Aumento de las radiaciones UV a nivel del suelo 2% - Pérdida de la fertilidad 5% - Pérdida de la vida acuática 6% - Producción de cáncer y otros problemas de salud 8% - Cambios en la Biodiversidad 4% - Agotamiento de energía no renovable, energía primaria 9% - Agotamiento de aguas potables 10% - Generación de residuos no peligrosos 4% - Salud, bienestar y productividad para los usuarios 12% - Riesgo financiero o de beneficios para los inversores - coste del ciclo de vida 5%	-Energía embebida en materiales. - Energía en transporte de materiales - Energía en el uso del edificio. - Energía eléctrica en fase de uso. - Energía renovable en la parcela. -Emisión de foto-oxidantes. -Emisión de GEI

 BCA GREEN MARK 2005	SINGAPUR BCA Building and Construction Authority.	mplementación de la instalación de sitios verdes y / o estrategias de control; Funcionalidades y rendimiento de las operaciones; Y 2) Ahorro de energía sobre los edificios de cumplimiento de código	Green Mark Certificado Green Mark Oro Green Mark Oro + Green Mark Platino		- Envoltente edificio -sistema de aire acondicionado - Ventilación natural - Luz de día. - Luz artificial - Ventilación en estacionamientos -Ventilación den areas comunes - Escaleras y elevadores - Energía eficiente - Energía renovable


 PBR System Pearl Building Rating System. 2010	Abu Dhabi Urban Planning Council	Dentro de cada crédito, se pueden especificar aplicabilidad y / o requisitos específicos alternativos para las siguientes tipologías de construcción: oficina, multi residencial, escuelas, usos mixtos	Todos los creditos : 1 Perla Todos los creditos + 60 : 2 Perlas Todos los creditos + 85 : 3 Perlas Todos los creditos + 115 : 4 Perlas Todos los creditos + 140 : 5 Perlas	- Proceso de Desarrollo Integrado 13 créditos - Sistemas Naturales 12 créditos - Comunidades habitables 37 créditos - Agua preciosa 43 créditos. -Energía inventiva 44 créditos - Materiales 28 créditos -Práctica innovadora 3 creditos.	- Rendimiento energético - mínimo Supervisión y reporte de energía - Impactos del ozono de los refrigerantes y de los sistemas de extinción de incendios. - Mejora del rendimiento energético. - Estrategias Aire acondicionado - Electrodomésticos eficientes - Transporte vertical - Reducción de la carga máxima - Energía renovable. - Impactos de calentamiento global de refrigerantes y sistemas de extinción.

Tabla 13. Principales sistemas de certificación en el mundo. 02 Obtenido de las paginas oficiales de cada certificación. <http://www.dgnb.de/en/>, <http://www.gbce.es/pagina/certificacion-verde>, https://www.bca.gov.sg/GreenMark/green_mark_buildings.html. Elaboración propia.

Las certificaciones evalúan problemas relacionados con la energía, medio ambiente y ecología, así como a los elementos operativos, es decir las personas que lo habitan de ellos se evalúa la salud, estrés y productividad.²²

PERSPECTIVAS PROYECTO ECOLÓGICO

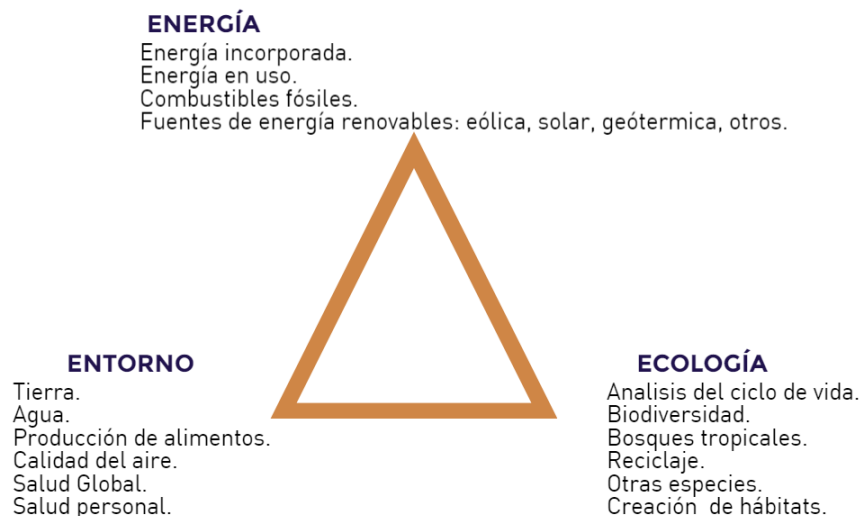


Tabla 14. Perspectivas del proyecto ecológico. Elaboración propia obtenido de Guía básica de sostenibilidad.

En la cumbre de Rio de Janeiro se definió un programa de tres puntos, extensible a actividades desarrolladas por el ser humano, en esta se tomaron medidas para promover las tres E” energía, entorno y ecología.²³

Para la energía específicamente menciona:

- Utilizar fuentes de energía renovables frente a combustibles fósiles.
- Proyectar en base a un bajo consumo energético.
- Considerar el edificio como una fuente de energía.
- Considerar todos los tipos de consumo de energía (calefacción, iluminación, ventilación y transporte).
- Aprovechar la recuperación del calor.
- Utilizar la orientación para reducir la carga energética.
- Tener en cuenta la energía incorporada y energía de uso.

²² Mauricio Maldonado, *Estudio Comparativo de certificaciones*, pág. 35

²³ ONU, *Cumbre de la tierra Rio de Janeiro*, Conferencia Mundial de la ONU, 1992.

La intención de mencionar los datos de 1992 es para entender que los sistemas de evaluación tuvieron un proceso de evolución para poder llegar a ser herramientas para la eficiencia energética.

En temas energéticos un buen indicador es el cálculo de energía consumido por m² (kW/h/m²) este se podrá utilizar para evaluar el estado de un edificio desde la etapa de diseño hasta su construcción. Sin embargo, este indicador no está relacionado con la fuente de donde proviene la energía, lo que nos dice que se necesita otro indicador que pueda medir el porcentaje de energía que se genera con fuentes renovables.²⁴ De esta manera se van creando un conjunto de indicadores según el problema a tratar, es decir la cantidad de variables nos da una pauta de las herramientas para evaluar, basados en principios y valores comprensibles y comparables.

LEED es el sistema de evaluación de edificios más utilizado y reconocido en el mundo, con 94,000 proyectos, en 165 países, es un símbolo utilizado mundialmente como un logro de sostenibilidad.²⁵ Por otro lado BREEAM es el sistema más antiguo y técnicamente más avanzado.²⁶ Éstas dos certificaciones tienen en común el uso de listas de comprobación (checklist), ambas otorgan una puntuación para cada categoría de acción y son reconocidos a nivel internacional.

Las listas de comprobación son herramientas que utilizan las certificaciones, éstas necesitan ser actualizadas y en algunos casos rediseñadas, ya que el contexto de aplicación se va modificando. Así mismo su objetivo es recordarnos los pasos mínimos mediante la verificación, inculcando un hábito y evitar errores de memoria, atención y meticulosidad.

Las listas deben de ser:

- Precisas, eficientes, directas y fáciles de aplicar
- Redacción sencilla
- Vocabulario de la profesión
- Una sola página, libre de colores innecesarios

Según Gawande en su libro *el efecto checklist*

No intentan explicarlo todo: una lista de comprobación no puede pilotar un avión. Al contrario, proporcionan recordatorios únicamente de los pasos más críticos e

²⁴ Ibíd. 96.

²⁵ US. Green Building Council, 2018, new.usgbc.org/LEED O+M

²⁶ Building Research Establishment's Environmental Assessment Method, 2018, Breeam.es

importantes que incluso los profesionales mejor formados podrían olvidar, y por encima de todo son prácticas.²⁷

Son herramientas breves y sencillas que tienen como objetivo servir de elemento de apoyo a las competencias de profesionales expertos.²⁸

2.2.2 MÉXICO

En México instancias gubernamentales han promovido la edificación sustentable, la generación de energía alternativa, e iniciativas que colaboran otros organismos internacionales para trabajar en los programas de certificación nacionales.²⁹

PROGRAMA DE CERTIFICACIÓN DE EDIFICACIONES SUSTENTABLES (PCES)

De la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal. El Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables (PCES) es un instrumento de planeación de política ambiental dirigido a transformar y adaptar las edificaciones actuales y futuras bajo esquemas basados en criterios de eficiencia y sustentabilidad³⁰. Su objetivo es promover y fomentar la reducción de emisiones contaminantes y el uso eficiente de los recursos naturales en el diseño y operación de edificaciones en el Distrito Federal, a través de la implementación y certificación de un proceso de regulación voluntaria y el otorgamiento de incentivos económicos.³¹ En caso de obtener un Certificado de Excelencia, además de los beneficios antes descritos, se obtiene financiamiento para programas de ahorro de energía (en gestión) y cuotas preferenciales. Además de la plusvalía de la propiedad.³²

NMX-AA-164-SCFI-2013

Certificación mexicana para edificios verdes. aprobada por la Dirección General de Normas de la Secretaría de Economía. Diversas instituciones públicas y privadas intervinieron en su formulación; algunas de ellas son: el Centro Mario Molina para estudios estratégicos sobre energía y medio

²⁷ Ibid.

²⁸ Ibid.

²⁹ Martínez C, A. *Edificios verdes*, Ikos, Instituto de Ecología de la UNAM, 2018.

³⁰ Lazos, R. (2014). *Programa de Certificación de Edificios Sustentables (PCES)*. México, DF.

³¹ *Gaceta oficial del Distrito Federal*, 2008

³² Vallejo, V. M. (2014). *Las Diversas Certificaciones Aplicables a los Edificios Sustentables en México*. MULTIDISCIPLINA, 18(Diseño y Edificación), 29–58.

ambiente, A.C., la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda, el Centro de Análisis de ciclo de vida y Diseño Sustentable, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, y la Secretaría de Desarrollo Social. Es una norma de carácter voluntario, en la cual se señalan los criterios y requerimientos mínimos que debe cumplir una edificación sustentable y su exterior, con el propósito de contribuir a la mitigación del impacto ambiental y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, pero sin dejar de lado los aspectos socioeconómicos que también influyen en ella. La norma abarca desde el diseño y la construcción, hasta la operación y mantenimiento del edificio, puede ser aplicable tanto a edificaciones nuevas como ya existentes.³³ La norma toma como referencia las normas vigentes para energía y agua.

E4- EXCELENCIA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICIOS.



Nuevo sistema de etiquetado energético inmobiliario en México, programa gubernamental de reconocimiento a la excelencia en el desempeño energético de edificios. Este es un Programa en atención al Art. 107 de la Ley de Transición Energética (2015). Utiliza el método Energy Star para edificios de EPA³⁴. Este sistema de evaluación comparativa califica el desempeño energético de los activos inmobiliarios, utilizando indicadores de intensidad energética, busca identificar y reconocer a los inmuebles más eficientes.³⁵

- E4 es un programa gubernamental que se basa en la LTE³⁶ para reconocer a los inmuebles privados energéticamente eficientes.
- E4 se basa en el método Energy Star[®] y otorga una calificación entre 0 – 100 a través de un ejercicio comparativo entre pares.
- La calificación de E4 busca ser considerada como referente para la aplicación de políticas públicas, así como certificaciones a nivel mundial.
- El ICEE³⁷ puede servirnos como un referente en la comparativa con otros inmuebles.

³³ NMX-AA-164-SCFI-2013, BIBLIOTECA SEMARNAT.

³⁴ Environmental Protection Agency . Agencia de Protección Ambiental.

³⁵ Berumen, Rafael. *Nuevo sistema de etiquetado energético inmobiliario en México*. Ponencia Greenbuild México, 2018.

³⁶ LTE: Ley de Transición Energética.

³⁷ Índice de consumo de Energía Eléctrica.

Es importante mencionar que la puesta en práctica de las mencionadas herramientas normalmente se realiza en países desarrollados económicamente, en donde prevalece la madurez de sus políticas administrativas, regulaciones y guías para edificación.

INCENTIVOS

Un incentivo es un estímulo que se ofrece con el objetivo de incrementar la producción y mejorar el rendimiento. En el caso de los edificios verdes estos incentivos alientan al sector privado a desarrollar edificios que alcancen niveles superiores. Entre los incentivos existen descuentos, créditos fiscales, tasas de depreciación acelerada, entre otros que son suministrados por el gobierno a nivel federal, provincial y municipal.

- Exenciones de zonificación, por ejemplo, En Hong Kong y Singapur, se les concede un permiso a los desarrolladores para ampliar su área de construcción más allá de lo permitido si es que se consigue un mínimo nivel de certificación³⁸
- Reembolsos a equipos de eficiencia energética, conservación del agua o accesorios. Por ejemplo, Austin (Texas) proporciona un reembolso por nuevos sistemas de enfriamiento y otros equipos basados tanto en la demanda pico como el ahorro de energía anual del primer año con comparación con el código de referencia.³⁹
- Beneficios fiscales, en este caso, el gobierno de Canadá ha creado una clase específica para la depreciación de equipos de generación de energía renovable para mejorar los periodos de recuperación.⁴⁰
- Costos de capital acelerados para la generación de energía verde (por ejemplo, instalaciones fotovoltaicas in situ), el alto rendimiento en las construcciones nuevas ofrecido por la autoridad de energía de Ontario en cooperación con Enbridge⁴¹ y una serie de servicios eléctricos a través de la Ciudad de Ontario.⁴³

³⁸ BCA. The BIM Issue. Build Smart Magazine, (9), 4. ,2011, Retrieved from http://www.bca.gov.sg/publications/BuildSmart/others/buildsmart_11issue9.pdf

³⁹ Arup. International Sustainability Systems Comparison, (March), 1–71, 2014, Retrieved from http://www.arup.com/~media/Publications/Files/Publications/I/International_Sustainability_Systems_Report.ashx

⁴⁰ Arup. *International Sustainability Systems Comparison*, pág. 58

⁴¹ Enbridge: Compañía cuya principal actividad es el transporte y distribución de gas en Canadá. <https://www.enbridgegas.com/myEnbridge/login.aspx>

⁴³ Arup. *International Sustainability Systems*, pág. 58

Los edificios certificados LEED O+M dependiendo de la ciudad o estado, se han aplicado incentivos como exenciones fiscales, exención de impuestos locales para materiales específicos, créditos fiscales, etc.

INCENTIVOS FISCALES	
EDIFICIO VERDE VIGENCIA (2 AÑOS)	EDIFICIO SUSTENTABLE (VIGENCIA 3 AÑOS)
REDUCCIÓN 40% I.S.N	REDUCCIÓN 40% I.S.N
REDUCCIÓN 20% PREDIAL	REDUCCIÓN 20% PREDIAL
* UNO Ú OTRO.	* AMBOS INCENTIVOS DURANTE EL PRIMER AÑO.

Tabla 15. Incentivos fiscales para México.

2.2.4 INICIATIVAS EN UNIVERSIDADES

Las universidades como fuente de conocimiento relacionado con la ciencia y la tecnología se han convertido en objeto de estudio.

Las universidades educan a la mayoría de las personas que desarrollan y administran a las instituciones de la sociedad. Es por esto por lo que es su responsabilidad profunda el incrementar la conciencia, el conocimiento y las tecnologías y herramientas necesarias para crear un medio ambiente sustentable.⁴⁴

En el artículo *Hacia una gestión sustentable del campus universitario*, se menciona que, tras diversos estudios, **las iniciativas responden a la presión de los estudiantes, gobierno o facultades**, y la estrategia más común es establecer un comité ambiental.⁴⁵

Universidades como Harvard, iniciaron los primeros estudios de planificación de campus sustentables en 1990, el Instituto de Tecnología de Massachussets (MIT) tiene una oficina de sustentabilidad establecida en 2013. Investigadores de Turquía, Italia y Malasia por mencionar algunos, han realizado diversos estudios para reducir la huella de carbono en sus campus.⁴⁶

Algunas de las iniciativas presentadas son: programas ambientales, métodos, indicadores energéticos, instrumentos de evaluación energética y certificaciones ambientales propias de los campus.

⁴⁴ Conde Hernández, R., González Castillo, O., & Mendieta Márquez, E. *Hacia una gestión sustentable del campus universitario*. *Casa Del Tiempo - UNAM*, 2003, pág. 16.

⁴⁵ *Ibíd*

⁴⁶ Gizem Ayca Aksoy, Buket Aysegul Ozbakir. (2018). Space international conference 2018 on sustainable architecture, planning and urban design. *The importance of sustainable university campuses in planning*. Sustainable university campuses.

Las técnicas o instrumentos se aplican dependiendo del enfoque del problema. El interés más común es el ahorro energético, porque al mismo tiempo beneficia a la institución ahorrando costos.

Al hacer una revisión de universidades en otras partes del mundo y de sus programas de ahorro energético, se identificó la aplicación instrumentos similares, tales como políticas de compra (para equipos y luminarias), políticas y recomendaciones para los usuarios del edificio, políticas de operación y mantenimiento, auditorias y certificaciones ambientales propios de la universidad.⁴⁷

VARIABLES como: personas que lo habitan y condiciones climáticas del sitio, hacen que el comportamiento energético de los edificios sea único. Desde la perspectiva que se quiera tratar el problema dependerá la cantidad de variables a involucrar. Los usuarios son una variable muy importante que se tratará en el siguiente apartado.

El uso que tienen los edificios en los campus suele ser diverso, esto es positivo por qué se pueden implementar estrategias exitosas en edificios fuera de la universidad y así contribuir en una escala mayor. Pero primero se establece una tipología, en el caso de Ciudad Universitaria se realizó en base a usos finales. Estos estudios comenzaron a realizarse en 2009 a raíz del proyecto: “caracterización energética de edificios de Ciudad Universitaria, una parte de los resultados se encuentran en el artículo *Energy consumption and GHG emission scenarios of a university campus in México*⁴⁸ publicado, en el 2014. Del mismo modo en Perugia Italia, la tipología se estableció en base a usos finales y cantidad de usuarios por m². Los beneficios de implementar medidas de eficiencia energética en los edificios son sustanciales.⁴⁹

Clugston y Calder⁵⁰ han analizado puntos críticos a implementar para lograr una gestión sustentable eficiente y que produzca resultados tangibles, entre ellos se destaca:

- La investigación y la docencia son propósitos fundamentales en los campus universitarios, el conocimiento acerca de la sustentabilidad debe estar implícito en sus sistemas.

⁴⁷ Hernández, M., & Omar, C. Tesis: tesis: Certificación de eficiencia energética en edificios no residenciales. Universidad Nacional Autónoma de México, 2015.

⁴⁸ Escobedo, A. et al., *Energy consumption and GHG emission scenarios of a university campus in Mexico*. Energy for Sustainable Development, 18(1), 49–57, 2014, <https://doi.org/10.1016/j.esd.2013.10.005>

⁴⁹ H. Singh, M. Seera and M. A. Mohamad Idin, "Electrical energy audit in a Malaysian university - a case study," 2012 IEEE International Conference on Power and Energy (PECon), Kota Kinabalu, 2012, pp. 616-619. doi: 10.1109/PECon.2012.6450288

⁵⁰ Clugston R. y Calder W., “Critical Dimensions of Sustainability in Higher Education”, en Leal, Filho W. (ed.), Sustainability and University Life, Nueva York, Peter Lang Scientific Publications, 1999

- Prácticas que permitan formar asociaciones para promover la sustentabilidad
- La institución debe apoyar el papel de los estudiantes en sus prácticas, debe promover la realización periódica de auditorías ambientales y eventos públicos relacionados con este tema en el campus o dentro de su área de influencia.

Las instituciones educativas deberían apoyar y promover iniciativas, utilizando como objeto de estudio los campus universitarios a manera de laboratorios para recolectar datos que posteriormente puedan servir no solo para la universidad, si no para su ciudad y/o para otras ciudades en el mundo en condiciones climáticas similares. Sin embargo, la realidad es que lograr que un comité ambiental influya en las decisiones de un complejo sistema de educación superior, como lo es la UNAM en México, es difícil, debido a que los comités, **Las iniciativas se encuentran dispersas entre departamentos de ahorro energético, programas sustentables y facultades, esto ocasiona una fragmentación de esfuerzos, por lo tanto, la participación de estudiantes disminuye y minimiza el impacto de las acciones**

2.3 ANÁLISIS DEL USO DEL EDIFICIO.

La evaluación post ocupacional o por sus siglas en inglés: Post Occupancy Evaluation (POE) es proceso de evaluación sistemática del desempeño de los edificios después de su construcción y ocupación por algún tiempo. Sabemos que POE también es una herramienta que utiliza la psicología ambiental psicología ambiental, sin embargo, en este caso lo ocupamos para analizar el uso del espacio por los usuarios no su percepción.



Tabla 16. Diferencia entre POE en edificios y en psicología ambiental. Elaboración propia.

En esta investigación la finalidad de POE esta enfocada al uso del espacio para la obtención de mejoras en los edificios con respecto a la eficiencia energética.

Zimmerman⁵¹ lo define como: “exámenes de efectividad para el diseño de espacios ocupados por usuarios”. También afirma que el beneficio general es apoyar cualquier objetivo relacionado con la mejora continua.

Esta evaluación difiere de otros tipos de evaluaciones para edificios, ya que se centra en las necesidades y requisitos de los ocupantes del edificio, incluyendo salud, seguridad, y funcionalidad.⁵²

El término Evaluación Post-Ocupación se define como un proceso, que consiste en evaluar el desempeño de un edificio después de haber sido ocupado por sus usuarios, proporciona información sobre la situación actual del proyecto y propone soluciones a los problemas existentes, además, puede proporcionar principios de guía y criterios de diseño para mejorar proyectos futuros similares.⁵³

POE, no trata de encontrar los “santos gales de “la eficiencia y productividad, existen otras consideraciones. Muchas de estas "otras" consideraciones se ocultan, se dan por sentado, o simplemente son demasiado complejas de manejar. Por ejemplo: ¿Qué pasa con los contextos y las circunstancias individuales? ¿Qué pasa con la calidad del diseño? ¿Qué pasa con el valor percibido?.. De lejos, el mayor esfuerzo hasta ahora se ha hecho en los estudios de construcción no domésticos; y especialmente oficinas y edificios educativos.

⁵¹ Zimmerman, A, and M Martin. *Post-Occupancy Evaluation: Benefits and Barriers*. Building Research and Information 29.2 (2001): 168–174.

⁵² C.F.F, *Overview: A Summary of Finding, in Learning from Our Buildings: A State-of-the-Practice Summary of Post-Occupancy Evaluation*, C.F.F, Editor 2001, National Academies Press: Washington, DC, USA. p. 9-15.

⁵³ Lim, Y.-W., Eka, S., Fatemeh, S., & Noor Fazlenawati, M. N. *Building Information Modelling for Building Energy Efficiency Evaluation Integration with Green Building Index (GBI) in Malaysia Yaik-Wah*. 4th Annual International Conference on Architecture and Civil Engineering (ACE 2016), (Ace), 42–48. <https://doi.org/10.5176/2301-394X>

En la siguiente tabla, tenemos una serie de conjeturas a partir de los estudios acerca del desempeño de los edificios.

Solucionar problemas NO solo adquirir conocimiento
Predicción de efectos NO solo encontrar las causas
Resultados robustos, factores factibles NO sólo relaciones estadísticas
Desarrollar y probar servicios NO sólo desarrollar y probar teorías
Campo NO laboratorio
Institución externa NO institución de investigación
Restricciones estrictas de tiempo y costo
Los investigadores con habilidades de amplia gama de habilidades NO altamente específicas
Métodos múltiples NO método único
Orientado al cliente NO orientado con sentido académico
Visto como dudoso por algunos académicos NO de alto prestigio académico

Tabla 17. Resultado de estudios acerca del desempeño de los edificios. Obtenido de: Robson 2002, p.12 box1.1 R&D, research and development

2.3.1 HERRAMIENTA DE DIAGNÓSTICO

La Evaluación Post-Ocupacional (POE) es uno de los métodos ideales para analizar el diseño de un edificio después de la ocupación. Sistemáticamente analiza e identifica las características de diseño exitosas que se repetirán en el futuro. Entre los beneficios aporta una mejora de las bases de datos de diseño, las normas, los criterios y la literatura de orientación, la toma de decisiones de diseño mejor informadas y la comprensión de las consecuencias del diseño.⁵⁴

Después de la entrega de la instalación y su ocupación por los usuarios, los administradores de instalaciones pueden utilizar el POE como una herramienta de diagnóstico, para identificar y evaluar aspectos críticos del rendimiento sistemáticamente. Al comparar los criterios de desempeño con las medidas reales, los resultados pueden beneficiar a los administradores de las instalaciones para mantener y mejorar su desempeño.⁵⁵ Tal es el caso de Brasil en su estudio⁵⁶ arrojó resultados inherentes al diseño arquitectónico, éste propiciaba la inseguridad, un aspecto básico para el

⁵⁴ Preiser, W. F. E. *The evolution of post-occupancy evaluation*

⁵⁵ Lim, Y.-W.et, al. *Building Information Modelling*, 2016

⁵⁶ Uline, C.L., et al., *Improving the quality of school facilities through building performance assessment*. *Journal of Educational Administration*, 2009. 47(3): p. 350-367

desempeño de los estudiantes. Las herramientas que utilizaron principalmente fueron entrevistas, cuestionarios y visitas guiadas, dependiendo del objetivo se enfoca el instrumento adecuado.

POE tiene una amplia variedad de métodos que varían en naturaleza, tamaño y nivel de interacción.

Las decisiones sobre su uso necesitan tener en cuenta el propósito del estudio o los beneficios organizacionales que se pueden derivar de los resultados del POE

CORRELACIÓN USUARIO-EDIFICIO

Los edificios evolucionan con procesos contextuales siempre presentes, siempre cambiando, y siempre sutilmente alterando condiciones y restricciones de fondo. Los ocupantes son los usuarios finales del edificio, y el comportamiento de los ocupantes durante el uso puede afectar directamente al rendimiento. Los actores de la industria deben centrarse no sólo en el desarrollo de nuevos edificios de eficiencia.

Sin los insumos adecuados de recursos de gestión y mantenimiento, los edificios pueden asumir rápidamente círculos viciosos de deterioro y disfuncionalidad. Este proceso generalmente comienza con la entrega y puesta en marcha mal ejecutadas, de modo que las ineficiencias crónicas de desempeño se construyen desde la primera ocupación⁵⁷

En el estudio del comportamiento del usuario, las actividades se pueden estudiar en diferentes niveles de resolución espacial, desde comportamientos individuales en un extremo de la escala y de la sociedad en el otro, cada nivel forma el contexto para el siguiente nivel en el sistema, por lo que siempre hay algún elemento de relativismo presente.⁵⁸ **Vistos estadísticamente como variables independiente y dependientes. los edificios son “cunas de gato” de interdependencia y complejidad.**⁵⁹

La correlación tiene que ver con la manipulación de controles de iluminación, apagadores, ventanas, aires acondicionados entre otros equipos y sistemas que se encuentran a disposición del usuario. Al ignorar el correcto uso de las instalaciones y de los equipos, se generan gastos innecesarios de energía.

⁵⁷ Leaman, A., Stevenson, F., & Bordass, B. (2010). Building evaluation: practice and principles. *Building Research & Information*, 38(March 2012), 564–577. <https://doi.org/10.1080/09613218.2010.495217>

⁵⁸ Ibid.

⁵⁹ Hauge, Å. L., Thomsen, J., Berker, T., shild Lappegard Hauge, Thomsen, J., & Berker, T. (2011). User evaluations of energy efficient buildings: Literature review and further research. *Advances in Building Energy Research*, 5(November 2014), 109–127. <https://doi.org/10.1080/17512549.2011.582350>

En México el personal administrativo, es el que probablemente proponga iniciativas como políticas energéticas, políticas de uso de equipos, etc. Este departamento al llevar un seguimiento del recurso humano y de la gestión del edificio, de manera empírica se ha posicionado como responsable de tomar medidas, sin embargo, no son los especialistas, no es su campo de estudio, por lo que las decisiones tomadas no siempre son las más eficientes ni llevan el enfoque correcto.

Personal de mantenimiento también es un área a la que constantemente se recurre, los usuarios usualmente se quejan o solicitan modificaciones en su espacio de trabajo, situaciones tan sencillas como la temperatura en un área de trabajo que comprende personas con necesidades térmicas particulares representa un problema.

Ahora, la aplicación debe ser constante, ya que el personal no es permanente, y así como el personal cambia, también puede cambiar el uso que se le esté dando al edificio. El clima tampoco es el mismo que hace siquiera 5 años, el aumento de gases GEI ha provocado un aumento en las temperaturas, lo cual afecta aquellas edificaciones completamente acristaladas, por ejemplo.

Estos motivos se toman en cuenta para la integración de criterios en el instrumento a diseñar. Pocas certificaciones incluyen la evaluación post ocupacional, sin embargo, en el caso de esta investigación, BREEAM como el sistema más avanzado técnicamente, evalúa y propone estrategias relacionadas con el comportamiento de los usuarios.

CONCLUSIONES CAPÍTULO 2. ENERGÍA Y ARQUITECTURA

Gracias a la energía es posible disfrutar el estilo de vida que se lleva en la actualidad. Entre dispositivos móviles, tecnologías desarrolladas para el entretenimiento, transporte, instrumentos para la recopilación de datos entre muchos otros que cada vez nos hacen algunas tareas más fáciles, para poder enfocarnos en otras con mayor prioridad, por lo que es necesaria para el desarrollo económico y social. El estudio del desempeño energético de los edificios del sector terciario forma parte de las estrategias generales en todo Programa de Ahorro y Uso eficiente de la Energía.

El verdadero propósito de un edificio es apoyar y proteger a sus usuarios mientras realizan sus actividades y viven sus vidas. Los edificios son medios para un final, dependiendo de lo bien que

apoyen las actividades de sus usuarios, nuestro entorno físico contribuye a la eficiencia, eficacia y satisfacción en usuarios. Esto es lo que se llama “usability”⁶⁰ de los edificios.⁶¹

Una de las herramientas más utilizada en el mundo es el diagnóstico energético o auditoria energética (herramienta de control y mantenimiento) así mismo, las certificaciones verdes, contribuyen a mejorar la calidad y competitividad en este caso del sector de la edificación. **Sin embargo, el desempeño de los edificios al final dependerá de los usuarios, y estos cambiarán con el tiempo. Es importante realizar continuamente mejoras y adaptaciones a los instrumentos de evaluación**

El control personal percibido y la información suficiente sobre el funcionamiento y el uso, es crucial para una experiencia global positiva.

Las evaluaciones futuras deben ser longitudinales y centrarse en la operación y el mantenimiento a lo largo del tiempo, para planificar edificios mejores y más utilizables, eficientes energéticamente. A su vez, deben contar con una evaluación del usuario que debe incluir un enfoque detallado de diferentes tipos de sistemas operativos amigables.

⁶⁰ Este concepto viene del inglés, y al no existir una traducción adecuada se conservará la palabra usability.

⁶¹ Blakstad, S. (2010). Usability mapping tool. *CIB W111: Usability of Workplaces ...*, 124–136. Retrieved from http://www.cfm.dtu.dk/upload/centre/man_cfm/100907_cib_report_330.pdf#page=18

CAPÍTULO 3. UNAM



**"La UNAM reitera su
compromiso con la nación
y su voluntad
inquebrantable de
contribuir en la
búsqueda de soluciones a
los problemas que
enfrenta México y el
mundo"**

CAPÍTULO 3 UNAM.

Ciudad Universitaria. Conocida coloquialmente como C.U, tiene 800 hectáreas y es el conjunto de edificios que conforman el Campus principal de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), ubicado en el Pedregal de San Ángel en el sur de la Ciudad de México. La UNAM es la universidad pública más importante de México, en 2007, la UNESCO lo declaró sitio patrimonial.¹

La Universidad de México (UNAM) cubre un área de casi 7,2 km², de los cuales 1,023 km² constituyen la zona construida. Tiene 130 mil estudiantes, y las instalaciones incluyen las destinadas a la enseñanza, la investigación, el deporte y muchas otras actividades. Conforme a los resultados del ranking de las mejores universidades de México, la revista América económica, publica por séptimo año consecutivo a la UNAM como la mejor universidad de México.²

FACULTADES, ESCUELAS, CENTROS E INSTITUTOS DE INVESTIGACIÓN

Educación Superior

- 15 facultades, 5 unidades multidisciplinarias y 8 escuelas nacionales

Bachillerato

- 9 planteles de la Escuela Nacional Preparatoria
- 5 planteles del Colegio de Ciencias y Humanidades

Institutos y centros de investigación

- 34 institutos, 14 centros y 10 programas universitarios

Infraestructura

- 2,843,602 m² de área construida
- 2,207 edificios
- 4,887 aulas, 4,178 cubículos y 3,179 laboratorios
- 134 bibliotecas con un acervo de 1,823,305 títulos y 6,995,877 volúmenes de libros
774,178 títulos accesibles en la Biblioteca Digital

¹ Universidad Nacional Autónoma de México. <https://www.unam.mx/>

² Escamilla, J., *Agenda estadística 2017*, Dirección general de planeación UNAM.

Muestra del estudio y área total de los edificios de Ciudad Universitaria

Categoría	Muestra		Total Área (m ²)	m2 muestra/m2 - totales
	Cantidad	Área (m ²)		
Edificios e instalaciones				
Aulas	16	48,467	291,660	17%
Aulas con laboratorios	8	27,421	133,945	20%
Bibliotecas	2	16,968	52,190	33%
Edificios de investigación de ciencias sociales y humanidades	3	33,631	138,205	24%
Edificios científicos y de ingeniería	12	114,683	253,745	45%
Áreas de conservación y mantenimiento	2	2836	34,287	8%
Oficinas	5	38,489	175,862	22%
Restaurantes y cafeterías	3	2593	9690	27%
Unidades medicas	1	20,102	20,102	100%
Cines, teatros y auditorios	2	5988	43,731	14%
Museos	1	-	27,837	-
Supermercado	1	12,831	12,831	100%
Edificio de televisión	1	-	7787	-
Bomberos.	1	-	460	-
Exteriores				
Quiosco de venta exterior	18	370	6683	5.5%
Campus deportivo	2	11,619	11,619	100%
Estacionamientos y calles	146,672	895,150	16%	
Estadio olímpico	1	14,783	14,783	100%
Piscina olímpica	-	-	-	-
Plantas de tratamiento de agua	-	-	-	-
Pozos	-	-	-	-
Total		497,453	2,123,884	23%

Tabla 18. tabla 27. tipología de edificios en Ciudad Universitaria. obtenido de: Escobedo, a, et al., *Energy consumption and GEI emission scenarios of a university campus in México*. 2014

Es de vital importancia en todo análisis de eficiencia energética en edificios, establecer una tipología, ya que como se menciona en el capítulo anterior, todos ellos operan de manera distinta.

Será muy distinto el consumo eléctrico de un edificio dedicado a oficinas, aulas o laboratorios, comenzando por el tipo de equipos que se utilizan y por el tipo de personas que lo habitan, más adelante la tabla 20. expone los resultados obtenidos de los edificios en estudio en la tesis *Análisis Y Modelación Del Consumo de Energía Eléctrica En Edificios Universitarios Con Base a Usos Finales Y Parámetros Arquitectónicos: Caso UNAM-CU*³, por la Dra. Azucena Escobedo, en donde dependiendo del uso final del edificio, cambia el consumo preponderante de energía

³ Escobedo, A. *Análisis y modelación del consumo de energía eléctrica en edificios universitarios con base a usos finales y parámetros arquitectónicos: Caso UNAM-CU*. Universidad Nacional Autónoma de México, 2009.

3.1 EFICIENCIA ENERGETICA EN CIUDAD UNIVERSITARIA

El PUMA (Programa Universitario de Estrategias para la sustentabilidad) tal como lo describen en su página electrónica:

Es un espacio coordinador del desarrollo e implementación de estrategias para la sustentabilidad en la educación, capacitación y vinculación, así como en la operación de instituciones académicas y organizaciones de todos los sectores de la sociedad para la construcción de un país socialmente justo, económicamente equitativo y ambientalmente responsable.⁴

Sus objetivos están enfocados en diseñar, desarrollar y recomendar estrategias sustentables que favorecen tanto a la sociedad como la comunidad universitaria.

Entre sus programas más destacados tenemos:

- El grupo de Ahorro de Energía es responsable directo, en colaboración con la Dirección General de Obras y Conservación, de la línea de ahorro y uso eficiente de la energía en la UNAM. - 1993
- Lineamientos en material de construcción sustentable -2011⁵
- Criterios para adquisición de bienes con menor impacto ambiental en la UNAM⁶
- Distintivo UNAM 2014⁷

Las acciones generales realizadas por el grupo de Ahorro de energía son⁸:

- Diagnósticos Energéticos en más de 900 edificios de las dependencias universitarias de la zona metropolitana y de la Ciudad de Cuernavaca.
- Reportes, recomendaciones y asesoría a las dependencias ubicadas en los edificios diagnosticados.
- Seguimiento del impacto de las recomendaciones.

⁴ Universidad Nacional Autónoma de México, *Eco Puma Universidad sustentable*, 2018, <https://sustentabilidad.unam.mx/index.php>

⁵ Universidad Nacional Autónoma de México, 2017, *Programa Universitario de Estrategias para la Sustentabilidad, (PUES)* <http://www.puma.unam.mx/>

⁶ Consumo, E. (n.d.). Criterios para la adquisición de bienes con menor impacto ambiental en la UNAM.

⁷ UNAM. (2014). Distintivo ambiental UNAM, 16. Retrieved from http://www.ecopuma.unam.mx/PDF/SECCIONES/DISTINTIVOAMBIENTAL/Informe_distintivo_ambiental.pdf.

⁸ Proyectos de ahorro de energía. UNAM. Facultad de ingeniería. *Especialización en ahorro y uso eficiente de la energía*. <http://odin.fi-b.unam.mx/paeunam/>

- Evaluación económica de opciones para la planeación de las adecuaciones a llevarse a cabo como parte del Programa de Ahorro de Energía, asesoría a las Direcciones Generales de Obras y Conservación y de Proveduría.
- Seguimiento del efecto multiplicador interno reflejado en acciones iniciadas en dependencias no cubiertas todavía por el Programa de Ahorro de Energía.
- Actualización de planos eléctricos y propuestas de redistribución de cargas para mantener balanceados los circuitos eléctricos.
- Revisión y diagnóstico de las instalaciones eléctricas y sus sistemas de tierras.
- Diseño de sistemas de tierras y pararrayos para protección de equipo electrónico y eléctrico.
- Cuantificación y propuestas de solución de la contaminación de armónicas en diferentes instalaciones eléctricas de la UNAM.
- Desarrollo de un programa integral de Administración de la Energía.
- Elaboración de bases de datos energéticos de las dependencias. Utilización de Fuentes Renovables en C.U.
 - Calentamiento de alberca.
 - Iluminación
- Caracterización Energética de Edificios Públicos. Participación en la elaboración de Normas Universitarias para las instalaciones eléctricas e hidráulicas.

Durante varios años, se han integrado iniciativas en materia de ahorro energético, sin embargo no todas están vinculadas unas con otras, es decir, las iniciativas en la mayoría de los casos, nacen en respuesta a una solicitud o programa universitario, sin embargo cada departamento, Dirección de Obras o administraciones las interpreta de diferente manera, con distintos enfoques (por que responden a necesidades propias que experimentan en los edificios que habitan o a su campo de estudio). Sin embargo, **para lograr un impacto la información tiene que estar centralizada, así como las campaña e iniciativas, la aportación de diferentes especialistas y tipos de usuario es esencial. El impacto organizacional que debe tener cualquier programa de ahorro energético va relacionado con el lugar que ocupe en el sistema administrativo de la institución.**

3.2 DISTINTIVO UNAM



El distintivo ambiental UNAM, “es una herramienta creada por el PUMA en 2014, la cual permite determinar el nivel de impacto ambiental que se genera en entidades administrativas y académicas”⁹, de carácter público o privadas que requieran contar con una estrategia y plan de acción para mejorar su desempeño ambiental. Tiene una duración de tres años, por lo que es necesario volver a ser evaluado para subir de nivel o revalidar el Distintivo. Lo cual abre la puerta generando oportunidades en las acciones que podrán realizarse durante los tres años posteriores a la obtención del distintivo, fomentando la superación y el trabajo continuo a favor del medio ambiente.

Se sustenta en cuatro sistemas de evaluación¹⁰

- a. Sustainability Tracking Assessment Rating System (STARS). Sistema desarrollado por la Association for the Advancement of Sustainability in Higher Education (AASHE). Sistema de autoevaluación y elaboración de informes adaptado a las características de las entidades educativas, se enfoca en rendimiento.
- b. Leadership in Energy and Environmental Design (LEED O+M). Sistema de certificación de edificios sustentables. STARS y LEED O+M se basan en un sistema de créditos organizados en diferentes categorías, en ambos se contempla la categoría de innovación que reconoce las nuevas prácticas. La AASHE los considera complementarios
- c. Construcción Sustentable del Gobierno del Distrito Federal. Enfocado en transformación de edificios ya construidos y por construir bajo esquemas de sustentabilidad y eficiencia ambiental.
- d. Criterios para la adquisición de bienes con menor impacto ambiental en la UNAM. Establece características y especificaciones de bienes con menor grado de impacto ambiental, por ejemplo: materiales de oficina, limpieza, alimentación y mantenimiento.

Uno de sus objetivos es estimular a dependencias federales para tener un mejor aprovechamiento de sus instalaciones, así como incentivar el cumplimiento operativo de las normas y políticas de responsabilidad ambiental establecidas en el inmueble así mismo, ofrece un punto de comparación de la eficacia en las distintas esferas analizadas. Por último, facilita información relacionada con servicios responsables con el ambiente.¹¹

⁹ UNAM, *Distintivo Ambiental UNAM*, pág. 6.

¹⁰ UNAM, *Distintivo Ambiental UNAM*, pág 8.

¹¹ Ibid.

ORGANISMOS ACREDITADORES:

Evaluación: a través de un sistema de créditos que evalúa cuatro ejes de acción: energía, agua, residuos y consumo responsable.

Brigadas del PUMA realizan levantamientos *in situ*³⁹ de la infraestructura y equipamiento. Se realiza un inventario y operación de los cuatro ejes de acción, la cual se recaba en 11 formatos, existen ocho formatos para energía, dos para agua y uno para residuos. La información con respecto a prácticas de consumo responsable se realiza aplicado un formulario en cada área administrativa del edificio. Es así como se identifican los hábitos de consumo relacionados con cada área, en base a los criterios para la adquisición de bienes con menor impacto ambiental de la UNAM.

Se analiza en un sistema informático desarrollado ex profeso⁴⁰ por el PUMA, denominado Sistema Estadístico de Desempeño Ambiental (SIEDA) de la UNAM, este analiza y genera un reporte a detalle acerca del estado actual del edificio evaluado de acuerdo con los algoritmos preestablecidos. El reporte contiene el estado actual del inmueble, estadísticas, criterios y créditos obtenidos por la SEMARNAT. Del análisis de la información se definen indicadores generales asociados al escenario actual en cada uno de los temas:

INDICADORES DE ENERGÍA: consumo, consumo per cápita, consumo por unidad de superficie construida, potencial de reducción en el consumo, densidad de potencia por unidad de superficie, gasto económico, emisiones de CO₂, entre otros.

Vinculadas estos indicadores, se crean hasta 53 recomendaciones para optimizar el desempeño ambiental (15 energía, 15 agua, 6 residuos, 17 consumo responsable)

Se emite un nivel de desempeño, en base a un sistema de créditos que evalúa de manera integral los puntajes en los cuatro ejes, así mismo evalúa el grado de avance en el cumplimiento de las recomendaciones y determina tres niveles: Básico, Azul y Oro.

Puntos por evaluar en la categoría de energía.

- Luminarios
- Equipo de fuerza (motores)
- Aire acondicionado
- Equipo de computo
- Equipo de refrigeración
- Equipo misceláneo
- Equipo de laboratorio

Criterios:

- E1. Conoce su consumo de energía
- E2. Cuenta con luminarias ahorradoras
- E3. Cuenta con sistemas de iluminación automatizados.
- E4. Cuenta con equipo de refrigeración eficiente.
- E5. Las computadoras tienen monitor LED
- E6. La antigüedad de sus motores es menor a 10 años
- E7. No cuenta con balastos

E8. Da uso eficiente a los equipos de aire acondicionado.

E9. Tiene habilitado el modo ahorrador en computadoras (CPU y monitores).

E10. Tiene habilitado el modo ahorrador en equipos de impresión y escaneo

E11. Se desconectan los equipos.

El distintivo UNAM no se considera un caso análogo en la investigación debido a que por definición es un distintivo, reconocimiento, no una certificación.

3.3 ELECTRICIDAD

Según el artículo *Consumo de energía y escenarios de emisiones de GEI de un campus universitario en México*¹ publicado en 2013, Ciudad Universitaria esta alimentada por una red eléctrica de 23.000 kV con cuatro subestaciones. En 2017 esta red se convirtió en subterránea en media tensión en 23 Kv y fibra óptica, actualmente se está trabajando para automatizar esta red, lo cual nos traería beneficios ya que se podría monitorear los consumos y evaluar las condiciones del sistema continuamente.² CU³ no dispone de contadores eléctricos en edificios e instalaciones, solo en las subestaciones; por lo tanto, la factura de electricidad es pagada por la administración central de la universidad.

La factura de electricidad está bajo una tarifa eléctrica nacional llamada HM, la M es para el voltaje medio y el H es para las tarifas por hora. La tarifa de HM tiene cargos por la demanda máxima de energía, así como el consumo de energía base, media y de pico⁴.

La factura de electricidad de CU en 2011 reportó un consumo de 81,3 GWh que representó un gasto de 11 millones de dólares. Para el mismo año, 53,7 TJ de GLP se consumieron en restaurantes y cafeterías, equipos de laboratorio y calderas para calefacción de agua, incluyendo la piscina olímpica que representó un gasto anual de 963 mil USD.⁵

El incremento de la superficie construida en Ciudad universitaria aumenta proporcionalmente el consumo de electricidad.

¹ Escobedo, A, et al., Energy consumption and GHG emission.

² Amador Diana, entrevista a Dirección de conservación, Dirección general de obras y conservación., julio 2017.

³ Ciudad Universitaria.

⁴ CFE, 2013

⁵ Escobedo, A., et al., Energy consumption and GHG emisión pág. 56

Los expertos establecen que, si se consideran estrategias de ahorro energético, en el año 2020 el consumo de energía será un 7,5% menor que en 2011 y las emisiones de gases de efecto invernadero serán un 11,3% menores.⁶ **Una de las estrategias consiste en desarrollar una campaña interna de ahorro energético entre los trabajadores, académicos y estudiantes (usuarios no permanentes de edificios) ; y desarrollar un sistema permanente de monitoreo del consumo de energía en CU (esté es un requisito en certificaciones como LEED O+M y BREEAM EN USO)**

De acuerdo con los registros de la UNAM, en 2011, hubo 2053 edificios e instalaciones que ocuparon una superficie de 1,3 km²⁷. En el artículo anteriormente mencionado se seleccionó una muestra representativa de edificios e instalaciones por categoría para estimar el consumo de energía por uso final. El representante de la muestra se tomó con un intervalo de confianza del 95% con un margen de error de casi $\pm 1\%$, con la excepción del quiosco de venta donde el margen de error fue del 5%.⁸

Edificios e instalaciones por tipología.	Iluminación	Refrigeración	AC	Calefacción	Motores	Equipo de computo	Misceláneos	Equipo especial
Aulas	16.7							
Aulas con laboratorios	14.7	0.8	7.1		7.48	1.3	2.2	9.6
Bibliotecas	15.7		7.1		1.3	1.3		
Edificios de investigación de ciencias sociales y humanidades	8.2		0.4	0.24		0.3	0.2	
Edificios científicos y de ingeniería	7.5	3.0	4.8	0.24	1.8	6.4	7.4	30.9
Áreas de conservación y mantenimiento	7.0	2.1	1.8		0.35	1.4	9.5	16.4
Oficinas	3.5		9.8		0.44	1.3	0.1	
Restaurantes y cafeterías	12.4	3.5	0.7		7.71	0.5	25.8	2.2
Unidades medicas	3.7	0.2	0.6		0.74	1.6	2.1	
Cines, teatros y auditorios	17.9		9.8				1.3	
Museos	24.7		9.8					
Supermercado	24.7	1.4	46.4			1.4	9.5	
Edificio de televisión	16.7							
Bomberos.	17.9							
Exteriores								
Quiosco de venta exterior	23.1	106.4			10.6	4.4	230.0	
Campus deportivo	7.7							
Estacionamientos y calles	1.6							
Estadio olimpico	37.2							

Los datos fueron obtenidos mediante auditorias energéticas. La superficie incluye todo el edificio.

Tabla 19. Potencia por superficie en base a la tipología de CU. Obtenido de: Escobedo, A., et al, Energy consumption and GHG emission.

⁶ Ibid.

⁷ UNAM 2011

⁸ Escobedo, A., et al., Energy consumption pág. 50

Consumo eléctrico por superficie (kWh/m2)								
Edificios e instalaciones por tipología.	Iluminación	Refrigeración	AC	Calefacción	Motores	Equipo de computo	Misceláneos	Equipo especial
	31.39	-	-	-	-	-	-	-
Aulas	18.15	6.48	3.93	-	7.11	2.20	0.50	12.10
Aulas con laboratorios	36.56	-	3.93	-	2.59	2.20	-	-
Bibliotecas	12.76	-	0.21	0.62	-	0.50	-	-
Edificios de investigación de ciencias sociales y humanidades	13.53	25.76	4.43	0.62	1.19	11.30	5.10	39.00
Edificios científicos y de ingeniería	8.72	15.65	0.92	-	0.15	2.40	6.90	20.20
Áreas de conservación y mantenimiento	5.10	-	5.37	0.62	0.27	2.20	-	-
Oficinas	22.78	26.32	0.45	-	5.40	0.80	31.90	1.00
Restaurantes y cafeterías	5.75	1.50	0.47	-	0.40	2.80	1.40	9.00
Unidades médicas	18.32	-	5.37	-	-	-	0.60	-
Cines, teatros y auditorios	25.32	-	5.37	-	-	-	-	-
Museos	25.32	10.59	25.42	-	-	2.50	4.26	-
Supermercado	31.39	-	-	-	-	-	-	-
Edificio de televisión	18.15	-	-	-	-	-	-	-
Bomberos.								
Exteriores								
Quiosco de venta exterior	30.61	803.40	-	-	8.20	7.7	191.20	-
Campus deportivo	6.43	-	-	-	-	-	-	-
Estacionamientos y calles	4.92	-	-	-	-	-	-	-
Estadio olímpico	20.30	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 20. Consumo eléctrico por superficie en edificios e instalaciones, según su tipología. Obtenido de: Escobedo, A., et al, Energy consumption and GHG emission.

Consumo eléctrico por usos finales y tipología (MWh)										
Edificios e instalaciones por tipología.	Iluminación	Refrigeración	AC	Calefacción	Motores	Equipo de computo.	Misceláneos	Equipo Especial	Total	%
Aulas	9156.5								9156	11.3
Aulas con laboratorios	2430.3				952.0	294.6	67.0	1620.2	6758	8.3
Bibliotecas	1908.4		205.1		135.2	114.8			2364	2.9
Edificios de investigación de ciencias sociales y humanidades	1763.4		29.0	85.7		69.1			1947	2.4
Edificios científicos y de ingeniería	3432.6	6535.3	1123.9	157.3	301.9	2866.8	1293.9	9894.3	25,606	31.5
Áreas de conservación y mantenimiento	299.1	536.8	31.6		5.1	82.3	236.7	692.9	1884	2.3
Oficinas	897.1		944.6	109.1	47.5	387.0			2385	2.9
Restaurantes y cafeterías	221.0	255.3	4.4		52.4	7.8	309.4	9.7	860	1.1
Unidades médicas	115.6	30.2	9.4		8.0	56.3	28.1	180.9	429	0.5
Cines, teatros y auditorios	800.6		234.7				26.2		1062	1.3
Museos	703.9		149.3						853	1.0
Supermercado	324.1	135.6	325.4			32.0	54.6		872	1.1
Edificio de televisión	244.8								245	0.3
Bomberos.	9.1								9	0.0
Exteriores										
Quiosco de venta exterior	205.1	5382.8			54.9	51.6	1281.0	0.0	6975	8.6
Campus deportivo	74.6								75	0.1
Estacionamientos y calles	4404.4								4404	5.4
Estadio olímpico	300.4								300	0.4
Plantas de tratamiento de agua					302.3				302	0.4
Pozos					10.5				11	0.0
Total	27,291	13,744	3,584	352	1,870	3,963	3,297	12,398	81,326	100

Tabla 21. Consumo eléctrico por usos finales. Obtenido de: Escobedo, A., et al, Energy consumption and GHG emission.

CASOS DE ESTUDIO UNAM.

En 2009 derivado del macroproyecto *La Ciudad Universitaria y la Energía* se estudiaron 5 casos, en *Análisis y modelación del consumo de energía eléctrica en edificios universitarios con base a usos finales y parámetros arquitectónicos: Caso UNAM-CU*. presentada por la Dra. Manuela Azucena

Escobedo Izquierdo.⁹ Se evaluaron energéticamente 5 edificios de Ciudad Universitaria, entre los criterios de elección se eligieron edificios representantes de cada uno de los principales usos finales en Ciudad Universitaria,

Como se puede observar en la tabla 17. Derivado del análisis de la distribución de cargas eléctricas se puede concluir que el sistema de iluminación es la carga más importante dentro de la mayoría de los edificios.

Con estudios realizados dentro del campus podemos reafirmar que el mayor impacto para la reducción de consumos energéticos se encuentra en las estrategias de iluminación. por lo que esta investigación está dirigida al desarrollo de una estrategia de control y mantenimiento mediante la verificación constante de la eficiencia energética en edificios construidos para Ciudad Universitaria, enfocada a la reducción del consumo eléctrico específicamente en la iluminación, así como la integración de la evaluación post ocupacional. Esta estrategia tiene como finalidad generar conocimiento a través de la aplicación constante de esta herramienta, conocer la situación del consumo energético para establecer mejoras y lograr las metas establecidas.

⁹ Escobedo A, *Análisis y modelación del consumo de energía eléctrica en edificios universitarios*, 2009.

CASOS DE ESTUDIO UNAM POR : DRA. AZUCENA ESCOBEDO

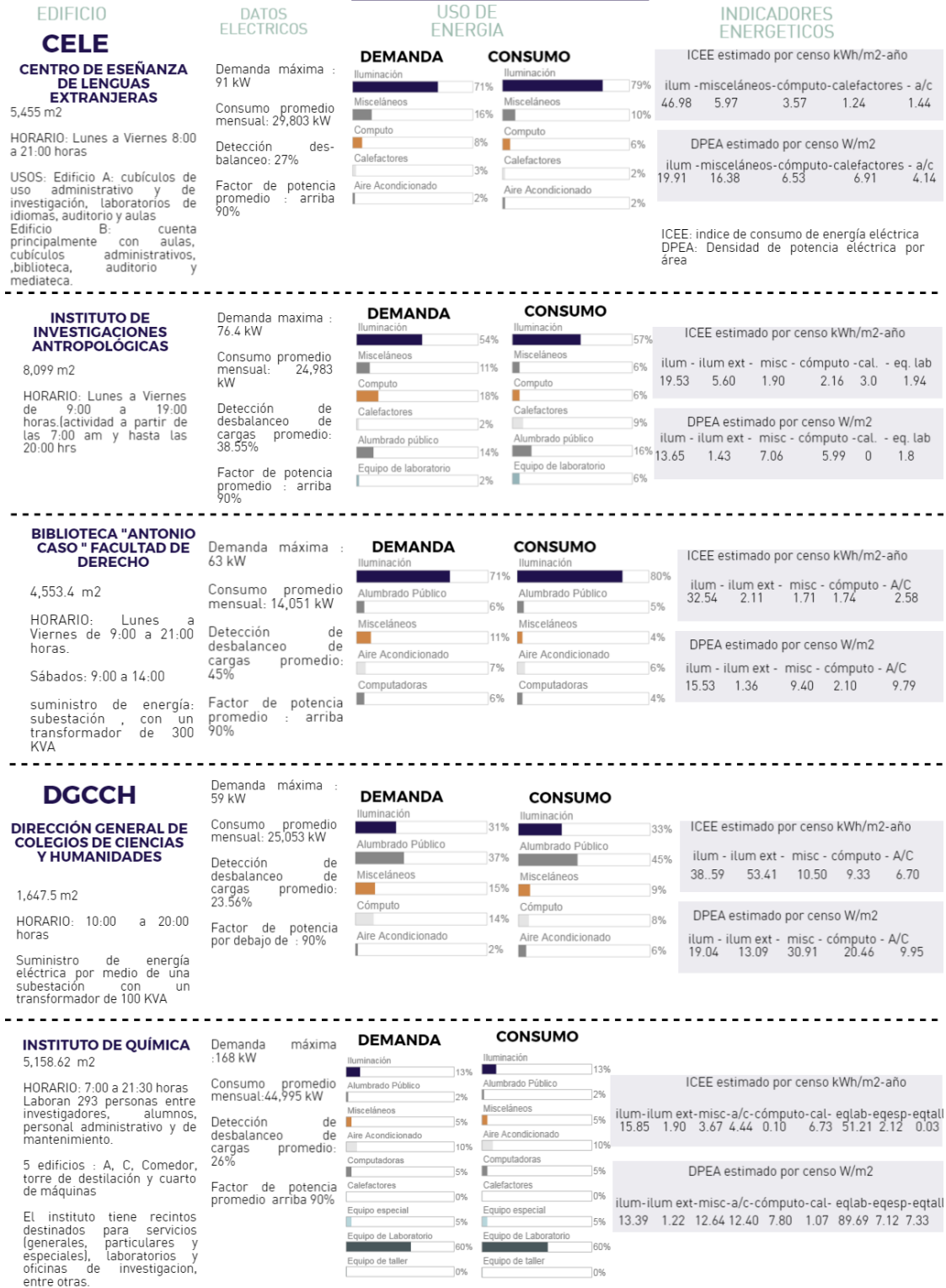


Tabla 22. Resumen de resultados. Obtenido de: Escobedo Izquierdo, Manuela Azucena. 2009. "Análisis Y Modelación Del Consumo de Energía Eléctrica En Edificios Universitarios Con Base a Usos Finales Y Parámetros Arquitectónicos: Caso UNAM-CU." Universidad Nacional

CAPÍTULO | 04 MÉTODO



La investigación comparativa representa un enfoque en el espectro de los métodos de la investigación científica, así como un híbrido de otros métodos, tomando características de la ciencia descriptiva y analítica.

CAPÍTULO 4 MÉTODO

INTRODUCCIÓN

En este estudio se pretende salir del estado inicial, para poder tener un mayor alcance. LEED O+M, BREEAM EN USO, NMX-AA-164-SCFI-2013 serán sujetos a una extensiva revisión buscando sistemáticamente diferencias. La utilización del método comparativo requiere, al igual que cualquier otro método de análisis empírico, una serie de decisiones previas referidas al diseño de investigación. La elección de los instrumentos viene fundamentando en sus particularidades de credibilidad, experiencia y base de conocimientos sólida y actualizada sobre los principios y las prácticas de diseño y construcción y operaciones sustentables.

ETAPA I. ANALISIS COMPARATIVO DE CASOS ANALOGOS.

Para la etapa I. El diseño de la investigación incorpora dos fases, en el primer grupo se realizará estudio del proceso administrativo y aplicación. En la segunda fase sus características para edificios construidos en la categoría energía.

- **Fase 01:** BREEAM EN USO, LEED O+M, NMX-AA-164-SCFI-2013 instrumentos que difieren en sus estructuras y procedimientos. El estudio comparativo comenzará al separar parte por parte cada uno de los elementos que conforman el esquema de su método, se analizarán estas partes y se verificara cuáles son aplicables para Ciudad Universitaria. Tales como:
 - ✓ Criterios generales
 - ✓ Actores involucrados
 - ✓ Herramientas
 - ✓ Documentación entregable

- **Fase 02:** los instrumentos serán analizados desde el enfoque de edificios construidos (como Ciudad Universitaria) y específicamente en su categoría “Energía” algunas partes a comparar son:
 - ✓ Planificación de actividades
 - ✓ Medición
 - ✓ Refrigerantes
 - ✓ Respuesta a la demanda
 - ✓ Energías renovables

Esta estructura nos dará un esquema nuevo en donde se establecerá la secuencia de actividades específicas que habrán de realizarse para alcanzar objetivos y efectuar cada una de sus partes, así como todos aquellos eventos involucrados en su consecución. Se tendrá especial énfasis en la

jerarquización de actividades de acuerdo con su grado de importancia. Es así como podremos tener panorama completo y claro de los elementos que integrarán esta nueva herramienta.

4.1 ANÁLISIS COMPARATIVO DE CASOS ANÁLOGOS

En el caso de la presente investigación, se utilizará el método de análisis comparativo de casos análogos para el proceso de creación y prueba del producto esperado. Para que un trabajo pueda considerarse comparativo debe examinar dos o más cuestiones de parecida naturaleza.¹

En la historia del hombre y de la ciencia, las relaciones entre similitudes y diferencias tienen un papel importante. Sin embargo, es desde los setentas, cuando aparecen estudios de Civic Culture de Almond y Verba (1972)², junto con los casos de estudio, y los estudios experimentales de Collier (1993)³ con los cuales esta investigación tiene una estrecha relación ya que es ideal para una certificación, debido a que implica políticas para su aplicación y un proceso administrativo en la práctica.

Desde Aristóteles, pasando por Maquiavelo, Montesquieu, Durkheim y otros más recientes como Karl Deutsch, Giovanni Sartori, Putnam,⁴ entre otros la comparación ha sido un procedimiento ampliamente utilizado en la investigación científica. Incluso algunos han llegado a considerar la comparación como un procedimiento inherente a la investigación científica (Grosser 1973; Laswell 1968; Almond 1966, citados por Nohlen, 2003).

En la investigación comparativa, se estudian dos objetos similares, la relevancia se encuentra en que difieren de algunos aspectos, estas diferencias son las que se pretende estudiar e interpretar, para revelar la estructura que crea tal variación.⁵

¹ Raventos, F. Fundamento de la metodología comparativa en educación.

² La Cultura Cívica: Actitudes Políticas y Democracia en las Cinco Naciones es un libro de ciencia política de 1965 de Gabriel Almond y Sidney Verba. Se atribuye al libro la popularización del subcampo de la cultura política y se considera que es el primer estudio sistemático en este campo.

³ Tamayo y Tamayo, M. (1990). *Diccionario de la investigación científica*. México: Limusa.

⁴ Gómez, C, et al, *Método Comparativo. Métodos Y Técnicas Cualitativas Y Cuantitativas Aplicables a La Investigación En Ciencias Sociales*, 5, 223–251. Retrieved from <http://eprints.uanl.mx/9802/1/EstudioComparado.pdf>

⁵ Anthony C. et al. *Comparación en la Investigación Científica*.

OBSERVACIONES

	CASO 1	CASO 2
ASPECTO A	A1	A2
ASPECTO B	B1	B2
ASPECTO C	C1	C2

Tabla 23. Tabla comparativa. Elaboración propia. Obtenido de: <http://www2.uiah.fi/projects/metodi/278.htm>.

COMPARACIÓN NORMATIVA

El objetivo del estudio es precisar el mejor, entre las alternativas que se estudian.

En el particular caso de la presente investigación, se hará uso de instrumentos como BREEAM EN USO EN USO, LEED O+M y NMX-AA-164-SCFI-2013 de esta manera el estudio se enfocará en desglosar las características de cada producto.

Investigación y desarrollo (ilustración 7) Cuando el proyecto incluye también realizar las mejoras, se llama "investigación y desarrollo".

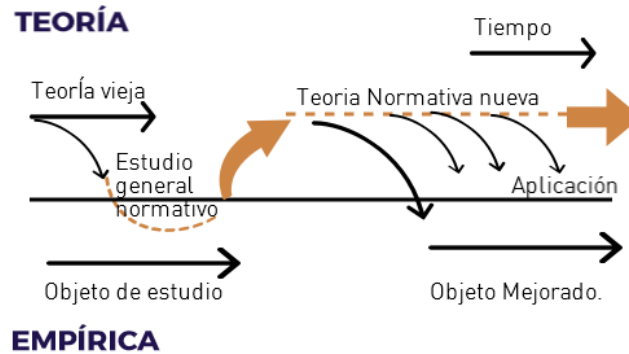


Ilustración 7. Estudio de caso normativo. Elaboración propia. Obtenido de: <http://www2.uiah.fi/projects/metodi/278.htm>.

COMBINACIÓN DE MODELOS

En este método se eligen dos o más modelos entre los mejores modelos ahora existentes del tipo de producto que se trata de crear. Ninguno de estos ejemplares será perfecto en todos los aspectos, pero cada uno de ellos posee algo que es excelente, y son estas características que el equipo de diseño entonces tratará de combinar en el producto nuevo. Si esto se puede lograr, el producto nuevo será más competitivo.⁶



Ilustración 8. Puntos de partida en Logística del análisis normativo. Elaboración propia. Obtenido de: <http://www2.uiah.fi/projects/metodi/278.htm>.

4.2 DESARROLLO

ETAPA I. ANÁLISIS COMPARATIVO DE CASOS ANALOGOS.



LEED O+M



BREEAM EN USO



NMX-AA-164-SCFI-2013

- **BREEAM EN USO:** es el esquema de evaluación y certificación de la sostenibilidad aplicable a edificios existentes de uso no residencial y con al menos dos años de antigüedad, lo que permite evaluar su comportamiento real a través de la información sobre las prestaciones ambientales, las facturas y otros registros de consumos del inmueble.

⁶ Ibid.

- **LEED O+M PARA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO EN EDIFICIOS EXISTENTES V.4** es un sistema que maximiza la eficiencia en el funcionamiento y mantenimiento mientras que el mismo tiempo minimiza los impactos en el medio ambiente y aumenta el bienestar de los ocupantes. Proporciona a los propietarios y operadores de edificios unos índices admitidos basados en la eficiencia para medir el funcionamiento, mejoras y mantenimiento en una escala coherente.
- **NMX-AA-164-SCFI-2013** Norma Mexicana es de aplicación voluntaria para todas las edificaciones que se ubiquen dentro del territorio nacional, públicas o privadas destinadas en su totalidad o en uso mixto a diferentes actividades de índole habitacional, comercial, de servicios o industrial. Aplica a las edificaciones y sus obras exteriores. Ya sean individuales o en conjuntos de edificios, nuevas o existentes sobre uno o varios predios en arrendamiento o propias.

LEED O+M- BREEAM EN USO Los dos certificados sostenibles más conocidos y extendidos internacionalmente. Tienen orígenes y características distintas, pero son los dos más exitosos gracias a su reconocimiento, capacidad de adaptación y penetración en el mercado. Comparten ser de los sistemas de construcción más utilizados en el mundo. Actualmente se han entregado 556,442 certificados en 78 países.

A continuación, se presentan tablas informativas y sus conclusiones a partir del análisis normativo realizado.

FASE 01

Análisis tabla 24.- BREEAM EN USO y LEED O+M son certificaciones reconocidas internacionalmente y aplicadas por organizaciones sin fines de lucro y evaluados por terceras partes que avalan “edificios verdes”, se realizan por una organismo acreditador, que verifica la concordancia de un caso de estudio con relación a los criterios establecidos por la organización certificadora que concede por un tiempo determinado un certificado en donde se declara la conformidad y una licencia que autoriza el uso de la etiqueta para los fines certificados. La NORMA NMX-AA-164-SCFI-2013, en definición es una regla que se establece para ser cumplida por un sujeto específico en un espacio y lugar también específico. Es decir, la norma 164 no es una certificación, sin embargo, su estructura, y sus bases están potencialmente dirigidas a la creación de una certificación mexicana. La creación de cada una de estas herramientas tiene su origen en distintos contextos geográficos.

ANÁLISIS NORMATIVO P.1

HERRAMIENTAS	BREEAM	LEED	NMX-164
NOMBRE	Building Research Establishment Environmental Assessment Method	Leadership in Energy & Environmental Design	NMX-AA-164-SCFI-2013 Edificación sustentable. Criterios y requerimientos ambientales mínimos.
CREACIÓN	REINO UNIDO - EUROPA	ESTADOS UNIDOS	MÉXICO
ORGANISMO ACREDITADOR	BRE GLOBAL Primer modelo para la valoración de edificios en el mundo. Es considerado el método de evaluación y certificación para edificios sostenibles más avanzado.	USBBC, AVALADO POR GBCI Organizaciones filiales y fundadas con el solo propósito de regular el sistema de certificación LEED	la Dirección General de Normas de la Secretaría de Economía aprobó la presente norma.
BASES	BRE Global Limited es el guardian de varias marcas (líderes en el mundo, entre ellas: Método de evaluación ambiental del Edificio de Investigación de Edificios (BREEAM)- el método de evaluación ambiental líder en el mundo para edificios.	1. Reglamentaciones ambientales en curso de Estados Unidos. 2. Estándares creados por institutos de investigación como el EPA, Agencia de Protección Ambiental, ASHRAE: Sociedad Americana de Ingenieros en Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado, FEMA: Agencia Federal en el Manejo de Emergencias, etc.	NOM-001-ENER-2000, NOM-003-ENER-2011, NOM-004-ENER-2008, NOM-005-ENER-2010, NOM-006-ENER-1995, NOM-007-ENER-2004, NOM-008-ENER-2001, NOM-010-ENER-2004, - NOM-011-ENER-2006, NOM-013-ENER-2004, NOM-014-ENER-2004, NOM-015-ENER-2002, - NOM-016-ENER-2010, NOM-017-ENER/SCFI-2008, NOM-018-ENER-2011, NOM-020-ENER-2011, NOM-023-ENER-2010, NOM-028-ENER-2010, NOM-064-SCFI-2000, NOM-001-SEDE-2005

Tabla 24. Análisis normativo fase 01 parte 1. Información básica de creación. Elaboración propia.

Análisis tabla 25.- En esta tabla se presenta la forma de evaluar de cada una de las herramientas, tales como temas a evaluar, créditos y pesos para la parte energética. Las tres herramientas de estudio tienen un procedimiento de evaluación diferente, LEED O+M y BREEAM EN USO se basan en un sistema de créditos mientras la NMX-AA-164-SCFI-2013 requiere el cumplimiento de requerimientos mínimos, o, BREEAM es el más estricto con un total de 75 créditos, y estructura compleja. LEED O+M es un método accesible de aplicar y cuenta con 15 créditos totales. Sin embargo, las tres herramientas consideran relevante la evaluación de evalúan: Energía, calidad del aire y agua. En el análisis se determinó que la energía es el crédito que más peso tiene para obtener la certificación con LEED O+M y BREEAM EN USO, alrededor de un 20 a un 40% del total de créditos. Lo cual nos reafirma que la energía es el tema principal por tratar en cualquier programa para reducir las emisiones de efecto invernadero.

ANÁLISIS COMPARATIVO P.2

HERRAMIENTAS	BREEAM	LEED	NMX-164
ELEGIBILIDAD	BREEAM EN USO	LEED EB OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (PARA EDIFICIOS EXISTENTES)	N/A
EVALUACIÓN	<p>Parte 1. Desempeño de activos, el desempeño de la forma construida, construcción, instalaciones, accesorios y servicios instalados.</p> <p>Parte 2. Gestión del edificio: Gestión del activo</p> <p>Parte 3. Gestiona del ocupante.</p> <p>EXCEPCIONAL ≥ 85 EXCELENTE ≥ 70 MUY BUENO ≥ 55 BUENO ≥ 40 CORRECTO ≥ 25 SIN CLASIFICAR <10</p>	<p>Sistema de puntaje. LEED, basa sus principios en la triada de la sustentabilidad, o Triple Bottom Line. Este busca un equilibrio entre economía, sociedad y ambiente, para poder acceder a la sustentabilidad</p> <p>•Certificado 32-39 puntos •Plata 40-47 puntos •Oro 48-63 puntos •Platino 64-85 puntos</p>	<p>Toda edificación sustentable necesariamente debe lograr un balance entre los distintos factores ambientales considerados a lo largo de su ciclo de vida, conforme a las condiciones locales imperantes y conceder especial atención a los aspectos de localización, funcionalidad, desempeño, aprovechamiento y diseño.</p>
TEMAS	<p>Temas de limpieza y mantenimiento de la totalidad del edificio.</p> <p>-Uso de productos químicos</p> <p>-Calidad del aire interior</p> <p>-Eficiencia energética</p> <p>-Eficiencia en agua</p> <p>-Instalaciones y programas de reciclado</p> <p>-Programa de mantenimiento en exteriores</p> <p>-Mejoras de los sistemas para cumplir con los estándares de eficiencia de sustentabilidad del edificio :</p> <p><u>-energía-agua-CAI- iluminación</u></p>	<p>01. Gestión guía del usuario del edificio</p> <p>02. Materiales</p> <p>03. Transporte .</p> <p>04. Residuos.</p> <p>05. Agua.</p> <p>06. Salud y bienestar.</p> <p>07. Contaminación</p> <p>08. Energía</p>	<p>1. Suelo</p> <p>2. Energía</p> <p>3. Agua</p> <p>4. Calidad ambiental y responsabilidad social</p>
CRÉDITOS	<p>30 Créditos parte 1.</p> <p>35 créditos parte 2</p> <p>05 créditos parte 3.</p>	<p>4 Pre requisitos</p> <p>8 Creditos</p> <p>2 extras</p>	<p>Cumplimiento de requerimientos mínimos</p>
PESOS PARA ENERGÍA	<p>Parte 1. 26.5% de 100%</p> <p>Parte 2. 31.5% de 100%</p> <p>Parte 3. 19.5% de 100%</p>	<p>38 % DE 110 %</p>	<p>Cumplimiento de requerimientos mínimos</p>

Tabla 25 . Análisis normativo fase 01 parte 2. Estructura de evaluación. Elaboración propia.

Análisis tabla 26.- En este caso las 3 herramientas cuentan con procedimientos de elegibilidad para un edificio, BREEAM EN USO hace énfasis en que el edificio debe estar habitado por lo menos un año antes, completo y construido, cumplir con toda la legislación ambiental vigente, así como tener datos de consumo claros y disponibles, estos últimos dos requisitos lo podemos ver también para la NMX-AA-164-SCFI-2013. LEED O+M por el contrario puede aplicarse para áreas mínimas de 93 m² y no se tiene que evaluar todo el edificio, se puede evaluar una oficina o un local. De nuevo BREEAM EN USO es la herramienta más estricta y concreta, requiriendo espacios ocupados continuamente durante 30 min o más. LEED O+M hace referencia a sus límites, con una localización permanente. Para la NMX-AA-164-SCFI-2013 resulta complicado cumplir con todas las normas enunciadas ya que son más de 29, exclusivamente para energía y se encuentran dissociadas entre sí, lo

que representa un problema tan solo para dar inicio al procedimiento de evaluación, y además no ofrece una herramienta que facilite su aplicación.

ANÁLISIS NORMATIVO P.3

HERRAMIENTAS	BREEAM	LEED	NMX-164
CRITERIOS DE ELEGIBILIDAD	<ol style="list-style-type: none"> 1. EL activo debe ser una estructura completa y terminada. 2. El activo debe contener espacio ocupado, o espacio dentro del activo que probablemente sera ocupado continuamente durante 30 minutos o mas por un usuario del edificio. 3. un activo no tiene que incluir todo el edificio. 4. Normalmente, un activo no puede incluir mas de un edificio. 5. El activo debe cumplir con toda la legislación ambiental y de salud y seguridad pertinente. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Debe estar en una localizacion permanente en suelo existente 2. Debe usar limites LEED razonables. 3. Debe cumplir los requisitos de tamaño del edificio (minimo 93 m2) 	<p>Cumplir con las normas enunciadas en el apartado de referencias, así como las disposiciones legales y normativas; ambientales, urbanas, energéticas, de seguridad e higiene, protección civil, prevención del ruido, patrimonio histórico, artístico y cultural, accesibilidad y de construcción, locales y federales vigentes aplicables, incluyendo las certificaciones de producto aplicables.</p>
	<p>UBICACIÓN Para una evaluación de la parte 2 y/o parte 3.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El activo debe haber estado ocupado por lo menos un año antes del inicio de la evaluación. 2. los datos de consumo relacionados con el activo deben estar disponibles. <p>Nota: los datos de consumo siempre deben estar disponibles para todos los espacios</p>		<ol style="list-style-type: none"> 2. Generar información estadística con periodicidad mensual de los consumos energéticos y de agua. Adicionalmente puede generar información sobre el volumen de residuos generado y su manejo, las acciones de mantenimiento realizadas en las instalaciones los equipos y un monitoreo de los equipos e instalaciones en que se verifique que estén operando bajo las condiciones de eficiencia para las que fueron diseñados. 3. Ofrecer información y orientación para los usuarios de la edificación a fin de que puedan entender, operar y dar mantenimiento de manera eficiente a la edificación a lo largo de su operación.

Tabla 26. Análisis normativo fase 01 parte 3. Criterios de elegibilidad. Elaboración propia.

Análisis tabla 27.— Un asesor, es una persona especializada, minimiza tiempos de ejecución, seguimiento y entrega de la evaluación final, así mismo profundiza en detalles y resuelve dudas que pueden definir el curso y el éxito de la evaluación (siempre y cuando tenga los conocimientos necesarios y la mejor disposición para lograr las metas de los interesados).

Para BREEAM un asesor es obligatorio, en LEED no lo es y para la norma NMX AA-164-SCFI-2013 es opcional (el interesado tendrá la opción de contratar una unidad de verificación, en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización). Sin embargo, dentro del procedimiento de acreditación de LEED existe una parte llamada “comisionamiento” (supervisión especializada), este es un agente encargado de hacer las revisiones correspondientes a los estándares establecidos por LEED Green Building Council. Este servicio debe ser realizado por una persona independiente y deberá contar con el título “Commissioning Autorizado”. Para la categoría Energía de LEED O+M es requisito comprobar que los sistemas como aire acondicionado, refrigeración, iluminación, y sistemas

de energía renovable, operen según las especificaciones técnicas y los estándares de las normas que se persigan.

Existen dos tipos de Commissioning:

- LEED Fundamental Commissioning⁷ este es el obligatorio, debido a los requisitos establecidos para obtener una certificación. Implica: la planeación, desarrollo (especificaciones de construcción), verificación y comprobación de los sistemas instalados.
- LEED Enhanced Commissioning⁸, (este tipo de comisionamiento es opcional para obtener una certificación LEED) además de lo anteriormente mencionado, se encarga de todos los detalles, por ejemplo: la Certificación de fábrica de los sistemas seleccionados, llenado de formularios LEED, visitas de obra, seguimiento, entrega de material, se revisan manuales de operación y mantenimiento, entre otros.⁹

La vigencia para la acreditación BREEAM EN USO y la NMX AA-164-SCFI-2013 es de 3 años. La vigencia para LEED O+M es de 5 años. Los términos que las 3 herramientas utilizan son distintos, pero tienen un mismo objetivo “recertificación”, “actualización”, “renovación” posterior a la acreditación de la herramienta, la intención es seguir mejorando y obtener un certificado que reconozca sus esfuerzos por alcanzar un edificio que minimice sus impactos en el medio ambiente.

⁷ LEED Comisionamiento Básico

⁸ LEED Comisionamiento Mejorado

⁹ Green Group Sustainability Consulting, www.greengroup.com.ar

ANÁLISIS NORMATIVO P.4

HERRAMIENTAS	BREEAM	LEED	NMX-164
UNIDADES VERIFICADORAS	Asesor obligatorio	No asesor obligatorio * Se otorgan puntos si se cuenta con la presencia de un LEED AP (especialista) *Para acreditar el "Comissioning" se necesita de un especialista acreditado LEED	El interesado tendrá la opción de contratar una unidad de verificación, en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN) y su Reglamento, para verificar el grado de cumplimiento con la presente Norma Mexicana. Las unidades de verificación, deben estar acreditadas por una entidad de acreditación, y aprobados por la PROFEPA, en términos de los artículos 68 y 70 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.
VIGENCIA O RE-CERTIFICACIÓN	Renovación. Los certificados BREEAM En Uso se renuevan cada 3 años (36 meses desde la emisión del certificado). La tarifa aplicable será la vigente en el momento de realizar la renovación. Es necesario registrar nuevamente el edificio. Si el cliente quiere mejorar la clasificación de su certificado antes de transcurrir los 36 meses, puede realizar una actualización. El plazo de 36 meses para renovar el certificado no se interrumpe. No es necesario registrar nuevamente el edificio.	Los edificios deben certificarse al cabo de 5 años de la certificación previa, y pueden hacerlo tan a menudo como cada 12 meses. El periodo de re certificación de eficiencia se extiende desde la fecha de la certificación previa hasta la fecha de la solicitud de la re certificación. Si el edificio persigue nuevos créditos en la solicitud de re certificación, puede usar las reglas del periodo de eficiencia de la certificación inicial, a no ser que se especifique de otra forma en los requisitos del crédito.	3 AÑOS. / El cliente podrá solicitar la renovación del dictamen de verificación cuando lo considere conveniente o cuando este concluya su vigencia, cubriendo el costo del servicio y los requisitos de la norma de referencia.

Tabla 27. Análisis normativo fase 01 parte 4. Unidades verificadoras y vigencia. Elaboración propia

Análisis tabla 28.- Las pruebas previas se utilizan para calcular la puntuación final y clasificación del edificio, en el caso de BREEAM EN USO es obligatorio, sin embargo, para LEED O+M y la NMX-164 no. Se considera de vital importancia realizar pruebas/ensayos previos, aunque la herramienta no lo requiera, ya que nos puede dar una pauta de cómo se comporta el edificio y realizar mejoras previo al pago. En el caso del instrumento propuesto, no se integraron debido a que implica un costo por servicio, es decir, las herramientas como BREEAM se benefician económicamente al solicitar una prueba previa, en la propuesta no se analizó el tema económico por lo que en todo caso se puede solicitar la evaluación cuando se requiera, ya sea para conocer el comportamiento energético del edificio o con la intención de obtener una certificación.

En cuanto a los costos de los servicios que ofrecen las certificaciones:

BREEAM cobra por etapa, certificado y asociados; LEED O+M tiene su rango de costos en base a la superficie bruta construida, así como otros servicios. Éstas tienen en común el registro del proyecto, así como pagos relacionados con la educación: para ser asociado BREEAM o LEED O+M según sea el caso (esto garantiza que los asesores tengan los conocimientos necesarios para ser de apoyo a los interesados en obtener una certificación). La norma, al no ser una certificación, no tiene una estructura

o un sistema de pagos, solo hace referencia a la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN)¹⁰ en su art. 91 el cual especifica entre otras cosas que las verificaciones o pruebas se deben realizar en laboratorios acreditados. Utilizando los métodos de muestreo estadístico establecidos en las normas oficiales mexicanas.

ANÁLISIS NORMATIVO P. 5			
HERRAMIENTAS	BREEAM	LEED	NMX-164
PRUEBAS PRE-CERTIFICACIÓN	Pueden ser adquiridas antes de iniciar el proceso de certificación o tener derecho a ellas una vez iniciado: 2 pruebas con el pre-registro por el cliente y 3 pruebas con el registro por el asesor	N/A	N/A
COSTOS	<p>Registro del proyecto 500€ 1 prueba pre certificación 110€</p> <p>Pre registro - por el cliente, opcional 250€ / registro (por el asesor) 500 €</p> <p>CERTIFICACION/RENOVACION/ACTUALIZACION. Actualización: Parte 1. el edificio 1150 € . Parte 2. gestión del edificio 1150 € . Parte 3. La gestión del ocupante - oficinas- 1150 €</p> <p>CERTIFICADOS Y PLACAS En papel 10 € , copia, enmarcado en metacrilato 40 € , copia, placa rectangular de acero 32cm x 22cm 198 € , placa circular de acero diametro 16cm 145 €</p> <p>BREEAM ASOCIADO 300 Renovación de condición de asociado 50 € . Breeam en uso 500 €, cliente en uso 150 €</p>	<p>Para no miembros: registro= \$1,200, registro de re certificación= gratis Revisión inicial=</p> <p>Superficie bruta construida (excluyendo aparcamiento): menos de 4.650 m2 = \$2,000 /Superficie bruta construida (excluyendo aparcamiento): 4.650 m2 - 46.500 m2 = \$ 0.44/m2/ Superficie bruta construida (excluyendo aparcamiento): más de 46.500 m = \$20,000 REVISIÓN DE CERTIFICACIÓN = Superficie bruta construida (excluyendo aparcamiento): menos de 4.650 m2 = \$2,000 /Superficie bruta construida (excluyendo aparcamiento): 4.650 m2 - 46.500 m2 = \$ 0.44/m2/ Superficie bruta construida (excluyendo aparcamiento): más de 46.500 m = \$20,000</p> <p>APELACIONES : Créditos complejos \$800. por crédito./Todos los demás créditos= \$500 por crédito/ Revisión acelerada: +\$500 por crédito.</p>	<p>Los gastos que se originen por actos de evaluación de la conformidad, serán a cargo de la persona interesada conforme a lo establecido en el tercer párrafo del artículo 91 de la LFMN.</p>

Tabla 28. Análisis normativo fase 01 parte 5. Pruebas y costos. Elaboración propia

Análisis tabla 29.- Las 3 herramientas son de aplicación voluntaria, sus procesos de acreditación son diferentes, sin embargo, comparten las partes básicas: registros, evaluación y certificados, LEED O+M y BREEAM EN USO tienen estructuras fáciles de entender con pasos establecidos para lograr el fin, sin embargo, en el caso de la norma, resulta complicado de entender ya que son muchas normas que hay que conocer y estas mismas tienen su propio procedimiento y hacen referencia a otras normas. El método de evaluación no está claro, es confuso y no precisa los pasos a seguir para lograr acreditar un edificio mediante la norma.

¹⁰ Ley Federal de metrología y normalización. Art.2. II. a) Esta ley tiene como objetivo fomentar la transparencia y eficiencia en la elaboración y observancia de normas oficiales mexicanas y normas mexicanas.

ANÁLISIS NORMATIVO P. 6

HERRAMIENTAS

BREEAM

LEED

NMX-T64

MÉTODO.

1. Decidir qué estándar de BREEAM se aplica a su desarrollo.
2. Localice a un asesor local de BREEAM que esté autorizado para evaluar su desarrollo en contra de la norma BREEAM estándar.
3. Registre su desarrollo a través de su licenciado BREEAM Assessor
4. Realice una pre-evaluación de BREEAM con la asistencia de su licenciado BREEAM Assessor o AP
5. Revise su certificado final y haga que su desarrollo figure en sitios web de BREEAM projects y Green Book Live.
6. Tenga su edificio evaluado y clasificado por su licenciado BREEAM evaluador.
7. A medida que diseñe y construya su desarrollo proporcione los requisitos de evidencia necesarios para el BREEAM Assessor con licencia.

1. ELEGIBILIDAD
2. REGISTRO Y PAGO/LEED ONLINE. Se reúne el equipo del proyecto y comienza el proceso de documentación.
3. PREPARACIÓN DE SOLICITUD: Selección de créditos a perseguir. + recopilación de información + cálculos para pre requisitos y créditos. + subir el material a LEED ONLINE. (formularios completos de información general del proyecto)
- SOLUCIONES DE INTERPRETACIÓN DE CRÉDITOS CIRs
4. PRESENTACIÓN DE SOLICITUD. Solo el administrador del proyecto LEED (fechas de terminación de los sistemas de clasificación GBCI) LEED ONLINE:
5. REVISIÓN PRELIMINAR: (BO&M) * documentación presentada con la solicitud de diseño es revisada para comprobar su integridad y cumplimiento adecuado. * Cada pre-requisito y crédito revisado se designa como "anticipado", "pendiente" o "denegado", y va acompañado de los consejos técnicos que estime oportunos el equipo de revisión.
- 5.2 Revisión final (BO&M): Todos los equipos de proyecto tienen la opción de aceptar los resultados de la Revisión Preliminar como Final. Sin embargo, si el equipo del proyecto elige presentar una respuesta a la Revisión Preliminar.
6. CERTIFICACIÓN Recibirán un certificado oficial de reconocimiento y una placa para colocar en el edificio. Recibirán información sobre cómo solicitar la placa y los certificados, las presentaciones de fotos y de marketing

1. EVALUACION DE LA CONFORMIDAD
 - 5.1.1 : Listado de las normas vigentes aplicables y los correspondientes certificados de cumplimiento emitidos por un organismo de certificación en los términos que estipula la Ley Federal de Metrología y Normalización y su Reglamento.
 - 5.1.3: Copia del Manual para usuarios y operadores, con la descripción de la acciones para ponerlo a disposición de los usuarios y operadores, acompañado de pruebas documentales, que pueden ser fotografías, acuse de recibido, entre otros. Adicionalmente, si se lleva a cabo una estrategia de acompañamiento con cursos de capacitación y sensibilización, se debe entregar listas de asistencia a los cursos y un reporte fotográfico.
 - Energía:
 - 5.2.2.1 : Evidencia documental del dictamen de cumplimiento de valores y métodos de prueba establecidos en las normas NOM-008-ENER-2001 y NOM-020-ENER-2011. • 5.2.2.2 : Evidencia documental del cumplimiento del porcentaje de ahorro conforme a las normas NOM-008-ENER-2001 o la NOM-020-ENER-2011. . • 5.2.2.3 Evidencia documental del dictamen de cumplimiento de la norma NOM-018-ENER-2011. 5.2.2.4 Evidencia documental de consumo de energías renovables y del rendimiento y eficiencia térmica de equipos de acuerdo a la normatividad vigente aplicable. 5.2.2.4 Evidencia documental de consumo de energías renovables y del rendimiento y eficiencia térmica de equipos de acuerdo a la normatividad vigente aplicable. • 5.2.2.5 : Evidencia documental de la eficiencia térmica adicional y dictamen cumplimiento de la norma NOM-003-ENER-2011. • 5.2.2.6 : Evidencia documental del dictamen de cumplimiento de: Normas en materia de iluminación (NOM-007-ENER-2004 NOM-013-ENER-2004, NOM-028-ENER-2010, NOM-017-ENER/SCFI-2008 y NOM-064-SCFI-2000, NOM-025-STPS- 2008). Normas en materia de instalaciones, equipos y aparatos (NOM-001-SEDE-2005, NOM-001-ENER-2009, NOM-004-ENER-2008, NOM-005-ENER-2010, NOM-006-ENER-1995, NOM-010-ENER-2004, NOM-011-ENER-2006, NOM-014- ENER-2004, NOM-015-ENER-2002, NOM-016-ENER-2010, NOM-023-ENER-2010). Especificaciones del fabricante, certificados nacionales o internacionales u otra documentación equivalente. 5.2.2.13.: Evidencia documental de cumplimiento de valores de densidad de potencia eléctrica para el alumbrado • 5.2.2.14 Evidencia documental de los parámetros mínimos aceptables de eficiencia energética. • 5.2.2.15 Inspección ocular del sistema de medición de la energía eléctrica y evidencia documental de registros en formatos requeridos. • 5.2.2.16: Entregar evidencia documental de las acciones tomadas.

Tabla 29. Análisis normativo fase 01 parte 6. Estructura administrativa para acreditación. Elaboración propia.

FASE 02

Análisis tabla 30.- la diferencia entre una norma y una certificación es evidente en esta tabla, ya que la norma no cuenta con prerrequisitos, no al menos especificados en la norma, sin embargo, es posible que en las normas a las que hace referencia tengan sus condiciones para ser aplicadas, mas no se muestra el detalle de éstas. BREEAM En Uso exige datos de consumo de al menos 24 meses antes, LEED O+M requiere un registro de consumo por 36 meses, esto resulta lógico al considerar que estamos analizando sistemas para edificios ya construidos. LEED O+M tiene requerimientos específicos por ejemplo: una guía de las practicas recomendadas relacionadas a la eficiencia

energética, es decir un documento en donde se hayan establecido las áreas de oportunidad, un desempeño energético mínimo, ya que si no se cumple con esta parte, LEED O+M considera muy difícil obtener la certificación, así mismo el edificio debe contar con un sistema de medición de energía en todo el edificio ya que se trata de evaluar el consumo e identificar áreas de oportunidad. La gestión básica de refrigerantes también esencial, debido a las medidas tomadas actualmente para reducir sus efectos a la capa de ozono.

ANÁLISIS NORMATIVO FASE 02 P.1

HERRAMIENTAS	BREEAM	LEED	NMX-164
SISTEMAS DE EVALUACIÓN	BREEAM EN USO	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (PARA EDIFICIOS EXISTENTES) V.4	EL MISMO SISTEMA PARA NUEVAS CONSTRUCCIONES O EDIFICIOS CONSTRUIDOS
PRE REQUISITOS	<p>CONSTA DE 3 PARTES:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. EL EDIFICIO 2. GESTIÓN DEL EDIFICIO 3. GESTIÓN DEL OCUPANTE EN EL EDIFICIO (SOLO OFICINAS) <p>Los datos de consumo relacionados con el activo de al menos un año antes del inicio de la evaluación deben estar disponibles. Para el consumo de energía, esto debe incluir tanto datos eléctricos como no eléctricos.</p> <p>Los datos de consumo siempre deben estar disponibles para todos los espacios</p> <p>*Consultar la Sección de Energía de la Parte 2 (ediciones ENE33 -ENE45 para más información)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Prácticas recomendadas de gestión de la eficiencia energética: Planificación, documentación y evaluación de oportunidades (Energy Efficiency Best Management Practices— Planning, Documentation, and Opportunity Assessment) 2. Desempeño mínimo de la eficiencia energética (Minimum Energy Efficiency Performance) 3. Medición de energía a nivel de todo el edificio 4. Gestión básica de refrigerantes 	X

Tabla 30. Análisis normativo fase 02 parte 1. prerequisites de la herramienta. elaboración propia.

En el análisis de la tabla 31, se hará referencia a todos los criterios relacionados con electricidad. En esta primera parte BREEAM EN USO hace énfasis en el uso de balastro de alta frecuencia, así como la NMX-AA-164-SCFI-2013 (véase la tabla 37/ NMX-AA-164-SCFI-2013 / 5.2.2.6). LEED O+M en su crédito 5 medición avanzada de energía, hace énfasis en la medición continua de energía, a cualquier sistema que represente 10% o más del consumo total anual del edificio; estadísticamente para CU¹¹ según el artículo mencionado anteriormente, se concluyó que la iluminación representó el 33,6% del consumo eléctrico, la refrigeración (16,9%), y el equipo especial (15,2%), Estos son

¹¹ CU: Ciudad Universitaria.

sistemas que requieren de una medición avanzada, según sea el caso particular. Es práctico que se mencionen las características de los equipos de medición ya que son claras y concisas.

BREEAM EN USO en la etapa 01 referente al edificio, cuenta con criterios de iluminación, legislación y energía renovable en el sitio. En la etapa 02 los criterios referentes a la electricidad se enfocan en la medición, tal como LEED O+M lo hace en la tabla 36 Crédito 5. LEED O+M en su crédito 6 respuesta a la demanda tiene dos estrategias, en la opción uno se contrata un servicio de respuesta a la demanda (lo cual no existe en México), y la opción dos se trata de diseñar el propio programa de respuesta a la demanda, principalmente con tecnología que logre automatizar (o semi-automatizar) los picos y desactivar algunos equipos que no sean de vital importancia en el edificio. La NMX-AA-164-SCFI-2013 tiene 3 criterios que hacen referencia a normas mexicanas de producto. Es complicado que no tengamos a simple vista (como LEED O+M) el desglose de lo que es necesario cumplir. Esto hace que el proceso sea tedioso y lento.

Es importante recalcar en esta tabla, que BREEAM EN USO es el único que considera al usuario (3. Gestión del ocupante del edificio) como parte de sus estrategias para disminuir el impacto ambiental a través de su certificación. Como lo mencionamos en el capítulo 2 existe una relación entre los consumos energéticos y el ocupante del edificio. También considera el seguimiento de datos energéticos a través de la medición. LEED O+M en su crédito 7 energía renovable y compensaciones de carbono incita a producir energía renovable a través de diversas fuentes enlistadas, así mismo incentiva el uso de bonos de carbono un mercado reciente en México que justamente este arrancó este 2018. Esta estrategia requiere un contrato con una empresa que cumpla con ciertos requisitos, entre los más importantes que deberá ser por el 50% o 100% de la energía total del proyecto.

En la norma NMX-AA-164-SCFI-2013 especifica un cableado eficiente, un DPEA para las áreas de trabajo específicas y un sistema de medición como lo toma en cuenta LEED O+M (tabla 36) Y BREEAM EN USO (tabla 37) anteriormente, haciendo de la medición una parte fundamental del instrumento para Ciudad Universitaria.

Por último, LEED O+M tiene dos créditos extra los cuales dan puntos, primero por innovación, es decir, si se alcanza un desempeño más eficiente de los parámetros que LEED O+M tiene como requisito para cumplir sus créditos, otra oportunidad es proponer créditos relacionados con el edificio en estudio que se puedan replicar en otros edificios y aporten a lograr un edificio eficiente. Por último, la prioridad regional, se refiere a obtener créditos relacionados con los principales problemas de la

ciudad en donde se encuentra el edificio (LEED O+M tiene una base de datos con los temas regionales de cada ciudad). La norma NMX-AA-164-SCFI-2013 en sus últimos criterios aborda iluminación natural e iluminación en áreas protegidas relacionadas con la fauna del sitio.

ANÁLISIS NORMATIVO DE: BREEAM EN USO, LEED O+M Y NMX-164

El análisis no pretende establecer sus similitudes, sino hacer énfasis en las características que los distinguen, así como en su estructura, ya que en los casos de BREEAM EN USO y LEED O+M se volvieron exitosos, lo que no ha pasado con la norma NMX-AA-164-SCFI-2013 para México. Las organizaciones normalmente se inician en un ámbito local, con bases muy semejantes a otras que tienen experiencia, así evolucionan para luego ser herramientas de uso internacional.

Es importante destacar que cada organización posee objetivos distintos, a pesar de tener un fin en común: lograr edificios que tengan el menor impacto posible al medio ambiente. Básicamente el contenido de las tres herramientas es el mismo, el punto medular son las normas locales o los estándares establecidos según el lugar de origen. Sin embargo en México, la norma no tiene una estructura clara, el contenido es extenso, lo cual resulta difícil de organizar y categorizar, así mismo para este proceso se necesitaría de la colaboración de un equipo multidisciplinario experto en las especialidades que la norma propone.

Posterior al análisis puedo concluir que, en México se necesita una herramienta útil de fácil aplicación, sus procesos deben estar estructurados de tal manera que la información se integre y vaya fluyendo hacia el fin establecido.

Los especialistas han trabajado para establecer las normas, la parte técnica hacia minimizar los impactos en el medio ambiente por parte de la construcción, sin embargo, la parte del método y su aplicación no es claro, la herramienta tiene que simplificar la complejidad de su contenido. Por otro lado, también hacen falta profesionistas, “agentes” que conozcan las normas y posteriormente que conozcan los procesos de acreditación internacionales para sumergirse en los métodos que han sido exitosos para poder aplicar sus virtudes en un contexto mexicano.

En el tema energía, en la mayoría de los casos se realizan los diagnósticos cuando el edificio tiene un problema o para algún beneficio del propietario, lo que provoca en la parte energética: gastos innecesarios al inicio y en la parte de la gestión un problema de falta de conocimiento en los arquitectos que realizan el diseño.

ANÁLISIS NORMATIVO FASE 02 P.2

HERRAMIENTAS	BREEAM	LEED	NMX-164
SISTEMAS DE EVALUACIÓN	BREEAM EN USO	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (EDIFICIOS EXISTENTES)	EL MISMO SISTEMA PARA NUEVAS CONSTRUCCIONES O EDIFICIOS CONSTRUIDOS
<p>CRITERIOS</p> <p><u>ETAPA 01 EDIFICIO:</u></p> <p>Rendimiento de activos ENE 01- Calefacción, Ventilación y aire acondicionado (HVAC) ENE02 estrategia de ventilación ENE03 Pérdidas de calor ENE04 Prueba de presión/ pérdida de aire. ENE 05 Calefacción. ENE 06 Eficiencia de la caldera ENE 07 Eficiencia de la bomba de calor ENE 08 Consumo de combustible para generación de calor ENE 09 Distribución de calor ENE 10 Tipo de emisor de calor ENE 11 Equipo de calefacción mecánica y eléctrica ENE 12 Sistema de refrigeración</p> <p>ENE 13 Eficiencia del generador de refrigeración. ENE 14 Distribución de refrigeración ENE 15 Sistema de refrigeración distribuido por aire ENE 16 Sistema de enfriamiento de refrigerante ENE 17 Tipo de emisor de refrigeración ENE 18 Acristalamiento ENE 19 Equipo de refrigeración mecánica y eléctrica ENE 20 Potencia específica del ventilador ENE 21 Pruebas de fugas ENE 22 Equipo de ventilación mecánico y eléctrico ENE 23 Calentamiento de agua ENE 24 Fuentes de energía de calefacción de agua ENE 25 Balastro de alta frecuencia ENE 26 Tipos de iluminación interna ENE 27 Controles automáticos de iluminación ENE 28 Sensores de ocupación ENE 29 Legislación ENE 30 Renovables en sitio.</p> <p><u>ETAPA 02: GESTIÓN DEL EDIFICIO</u> Guía de la calculadora de energía operacional</p> <p>ENE 31. Fecha de inicio del consumo de energía ENE 32 Fecha de finalización del consumo energético ENE 33. Consumo de electricidad</p> <p>ENE 34 Consumo de gas natural ENE 35 Consumo de GLP ENE 36 Consumo de gasóleo ENE 37 Consumo de combustibles fósiles sólidos ENE 38 Consumo de Biodiesel ENE 39 Consumo de biogas ENE 40 Consumo de madera/madera residual ENE 41 Consumo de calefacción urbana ENE 42 Calefacción urbana de intensidad de carbono</p>	<p><u>ETAPA 01 EDIFICIO:</u></p> <p>CRÉDITO 1: Comisionamiento del edificio existente- análisis.</p> <p>CRÉDITO 2. Comisionamiento de edificio existente - implantación.</p> <p>CRÉDITO 3. Comisionamiento continuo.</p> <p>CRÉDITO 4. Optimización de la eficiencia energética. ESTRATEGIAS: 1. Simulación energética de todo el edificio, apéndice G- ASHRAE 90.1 2010</p> <p>CRÉDITO 5. Medición avanzada de energía. ESTRATEGIAS: realizar la medición de cualquier sistema que utilice energía que represente 10% o más del consumo total anual del edificio. *Los medidores deben instalarse de manera permanente *Mediciones máximo cada hora * Transmitir la información a una ubicación remota. *Almacenar información por mínimo 36 meses *Información accesible de manera remota. *Todos los medidores deben reportar usos por hora, día, mes y anual.</p> <p>CRÉDITO 6. Respuesta a la Demanda. ESTRATEGIAS: Proporcionar una infraestructura para disminuir el consumo eléctrico del edificio cuando hay picos de demanda en la red. Ejemplo: *Lámparas que dimean su potencia *BMS que desactiva 5 de 15 elevadores en una torre *Calefacción eléctrica con tarifa nocturna.</p> <p>OPCIONES: 1. Contratar al menos un año con intención de renovación por varios años, por lo menos el 10% de la demanda estimada de electricidad punta. + plan integral + diseño de sistema con la capacidad para tiempo real, DR totalmente automatizado, o semiautomático puede ser utilizado en la práctica + incluir procesos de DR en el alcance del trabajo del agente de comisionamiento.</p> <p>2. Cuando no existe un programa de Respuesta a la demanda. Infraestructura: Medidores de intervalo con la capacidad de comunicación y para que el sistema de automatización de edificios acepte un control de señal externa + desarrollar un plan integral para arrojar al menos el 10% de la demanda estimada de electricidad en su punto más crítico. + Incluir los procesos de DR en el alcance del trabajo para CxA. +Ponerse en contacto con los representantes locales de servicios públicos para discutir la participación en los futuros programas de DR.</p>	<p>5.2.2.1 Para limitar la ganancia de calor a través de la envolvente, el cálculo del presupuesto energético debe realizarse conforme a los valores y métodos de cálculo establecidos en las normas NOM- 008-ENER-2001 o NOM-020-ENER-2011 según corresponda a la tipología de edificación</p> <p>5.2.2.2. Toda edificación sustentable debe demostrar una disminución en la ganancia de calor de al menos un 10 % con respecto al edificio de referencia calculado conforme al métodos de cálculo establecidos en las normas NOM-008-ENER-2001 o NOM-020- ENER-2011</p> <p>5.2.2.3 Los aislantes térmicos de las edificaciones deben cumplir con la norma NOM-018-ENER-2011</p> <p>5.2.2.4 Toda edificación sustentable debe satisfacer al menos un 10 % de la demanda energética total del edificio con energías renovables, ya sea generada en la propia edificación o fuera de esta.</p> <p>5.2.2.5 Los calentadores de agua para uso doméstico y comercial convencionales, deben cumplir al menos con la eficiencia térmica</p> <p>5.2.2.6 Las lámparas de uso general (lámparas de descarga en alta intensidad, fluorescentes compactas autobalastadas, fluorescentes lineales, incandescentes, incandescentes con halógenos y luz mixta) deben cumplir límites mínimos de eficacia establecidos en las normas NOM-017-ENER/SCFI-2008, la NOM- 028-ENER-2010, NOM-064-SCFI-2000 y la NOM-025-STPS-2008</p> <p>5.2.2.7 Todas las lámparas fluorescentes y compactas fluorescentes pueden estar equipadas con balastos de alta frecuencia o balastos electrónicos de alta frecuencia</p> <p>5.2.2.8 Los refrigeradores y congeladores electrodomésticos deben contar con una eficiencia mayor, a lo especificado en la norma NOM-015-ENER-2002</p> <p>5.2.2.9 Las lámparas fluorescentes compactas autobalastadas deben contar con una eficiencia o eficacia mayor, a lo especificado en la norma NOM-017-ENER/SCFI (véase 3 Referencias), especificada con la relación entre el flujo luminoso total emitido por una fuente y la potencia total consumida, expresada en lumen por watt (lm/W).</p> <p>5.2.2.10 Los acondicionadores de aire tipo cuarto deben contar con una eficiencia mayor, a lo especificado en la norma NOM-021-ENER/SCFI especificado por su valor de la Relación de Eficiencia Energética (REE). Los aparatos sujetos al cumplimiento de esta norma mexicana, deben tener un valor de REE mayor o igual que los valores especificados</p>	

Nota: Continúa Tabla en siguiente página.

ANÁLISIS NORMATIVO FASE 02 P.2

HERRAMIENTAS	BREEAM	LEED	NMX-164
SISTEMAS DE EVALUACIÓN	BREEAM EN USO	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (EDIFICIOS EXISTENTES)	EL MISMO SISTEMA PARA NUEVAS CONSTRUCCIONES O EDIFICIOS CONSTRUIDOS
	<p>ENE 43 Consumo de refrigeración urbana ENE 44 Intensidad de carbono urbano en refrigeración ENE 45 Electricidad exportada ENE 46 Usos no estándar de energía ENE 47, 50, 53, 56 y 59 Uso NO es estándar de energía . ENE 48, 51, 54, 57 Y 60 Consumo de energía no normalizada ENE 49, 52, 55,58 y 61 Superficie de suelo de consumo de energía no estándar ENE 62 Seguimiento del consumo de energía ENE 63 Uso de datos de consumo de energía ENE 64 Sub medición: principales fuentes de energía ENE 65 Submedida: otras fuentes de energía ENE 66 Submedidores: zonas arrendadas.</p> <p><u>PARTE 3. GESTIÓN DEL OCUPANTE DE EDIFICIO.</u> o (Aplicable solo a oficinas)</p> <p>ENE 67 Política energética ENE 68 Acuerdos de gestión de energía (estándar mínimo, activamente monitoreada y registrada el consumo de energía) ENE 69 Tendencias en los datos de rendimiento energético ENE 70 objetivos energéticos ENE 71 Ahorro de energía.</p>	<p>CRÉDITO 7. Energía renovable y compensaciones de carbono. Utilizar sistemas de energía renovable para satisfacer la demanda energética del edificio. fuentes aceptadas: Sistemas fotovoltaicos • Sistemas solares térmicos • Sistemas eólicos • Biocombustibles • Micro-hidroeléctricas • Energía del mar • Energía geotérmica *</p> <p>ESTRATEGIAS PARA BONOS DE CARBONO. 1. contrato con empresa que cumpla con los criterios Green-e y que esten en servicio desde enero 2005.+ por minimo 5 año + el contrato deera ser por el 50 o 100% de la energia total del proyecto. Los bonos de carbono pueden serusados para mitigar emisiones tipo 1 o 2 medidos en toneladas de CO2 2. REC´s y energia Verde. Certificado Green-e o equivalente. Solo para el tipo 2(energia electrica) 3. Carbon offsets: certificado Green-e climate o equivalente. Pueden serusados para energia electruca y otros tipo 1 y 2.</p> <p>CRÉDITO 8. Gestión mejorada de refrigerantes. ESTRATEGIAS: 1. No usar refrigerantes o usar refrigerantes de bajo impacto. 2. Calcular impacto de refrigerantes</p> <p>INNOVACIÓN *desempeño ejemplar. *propuesta de créditos piloto. *profesionista acreditado LEED</p> <p>PRIORIDAD REGIONAL. proporciona un incentivo para obtener los créditos que abordan, ambientales, equidad social y salud publica que son prioridad regionalmente.</p>	<p>5.2.2.11 Los acondicionadores de aire tipo dividido, descarga libre y sin conductos deberán contar con una eficiencia mayor, a lo especificado en la norma NOM-023-ENER-2010</p> <p>5.2.2.12 El cableado de los circuitos alimentadores en toda instalación eléctrica debe tener una eficiencia de 98.5 % o mayor.</p> <p>5.2.2.13 Densidad Máxima de Potencia Eléctrica para Alumbrado (W/m2) (DPEA)</p> <p>5.2.2.14 Los parámetros mínimos aceptables para el rendimiento energético de los edificios se establecen mediante la línea permitida para el consumo máximo de energía expresado en W/m2 valores que deben ser considerados en el diseño, construcción y operación del edificio, modificación y ampliaciones, así como remodelaciones y reparaciones de edificios existentes, sin restringir las funciones de edificio el confort, ni la productividad de sus ocupantes y a partir de la cual se mide el desempeño</p> <p>5.2.2.15 Toda edificación sustentable debe contar con un sistema de medición de energía eléctrica, de tipo electrónico con capacidad de telemetría, adicional a los medidores de CFE, el cual debe ser instalado de manera permanente en la alimentación principal de la edificación con capacidad para almacenar información periódica mismo que se usará para llevar registros de consumos totales de energía, los cuales deben ser expresados en kWh asentándolas semanalmente en la bitácora del edificio, incluyendo todas las fuentes de energía y monitoreo periódico</p> <p>5.2.2.16 En el caso de que la edificación se localice en una zona de importancia para la biodiversidad, ya sea que esté catalogada como área natural protegida o área de importancia para la conservación de aves, se deben realizar acciones de mitigación para evitar que la iluminación externa cause alteraciones en el medio natural o cambio en el comportamiento de los animales, regulando especialmente la iluminación nocturna; entre las 11 p.m. y las 5 a.m</p> <p>5.2.2.17 La edificación puede estar diseñada con criterios bioclimáticos que favorezcan la iluminación natural dentro del edificio, logrando una buena distribución y organización de los espacios.</p>

Tabla 31. Análisis normativo Fase 02. P2 Criterios. Elaboración Propia.

CAPÍTULO 5. PROPUESTA



las listas de comprobación son herramientas breves y sencillas que tienen como objetivo servir de elemento de apoyo a profesionales expertos.

CAPITULO 5. PROPUESTA



Tabla 32. Partes básicas y estratégicas para el desarrollo de la herramienta. Elaboración

PROCEDIMIENTO PROPUESTA DE UNA FUTURA CERTIFICACIÓN UNAM

Con base al análisis realizado en la fase 01 y fase 02, se presenta una propuesta que guiará las condiciones de la obtención de una certificación UNAM. Se describe brevemente a continuación:

1) REGISTRO UNAM

Para poder llevar un control será necesario registrarse en una base de datos que dará seguimiento al proceso de certificación. Esta base de datos también registrará los consumos y datos, lo que servirá para realizar estadísticas y así determinar benchmark's para Ciudad Universitaria.

2) ASIGNACIÓN DE UNIDAD VERIFICADORA UNAM

La unidad verificadora la acreditará el departamento de ahorro energético de la facultad de ingeniería de la UNAM. Este personal trabajará en coordinación con ingenieros y arquitectos, además estará capacitado para supervisar y dar asesoría en el proceso facilitando la obtención del certificado.

3) APLICACIÓN DE INSTRUMENTO

El instrumento se aplicará en cualquier edificio perteneciente a la UNAM.

4) RESULTADOS E INFORME

Los resultados e informe se integrarán en una base de datos que contendrá información clave que ayudará a establecer parámetros de diseño a edificios nuevos o benchmark's para edificios construidos en CU.

5) CERTIFICADO

El certificado se otorgará a aquellos edificios que cumplan con la puntuación necesaria (la puntuación se tendrá que determinar en conjunto con un equipo multidisciplinario de especialistas)



Ilustración 9. Propuesta del procedimiento hacia una certificación UNAM. Elaboración propia.

PROPUESTA DE ESTRUCTURA PARA INTERFAZ DEL INSTRUMENTO.

B.1 ESQUEMA LEED

Esta lista de verificación comprende todas las categorías en el sistema Operación y Mantenimiento para edificios construidos. Este formato ha sido un éxito, siendo el más utilizado en el mundo. Se compone de:

- a) Logo, imagen corporativa
- b) Indica su sistema: Operación y Mantenimiento (O+M)
- c) Información del proyecto
- d) Cuerpo: conformado por 4 columnas, en la primera columna tenemos el checkmark, después se indica si es requisito o prerrequisito, requisitos y puntuación máxima.

Con base a este esquema se genera una propuesta para Ciudad Universitaria.

ESQUEMA DE LEED

SISTEMA O+M

LEED v4 for Operations & Maintenance: Existing Buildings
Project Checklist

0 0 0 Location and Transportation 15

0 0 0 Sustainable Sites 10

0 0 0 Water Efficiency 12

0 0 0 Energy and Atmosphere 38

0 0 0 Materials and Resources 8

INFORMACIÓN

Project Name:
Date:

0 0 0 Indoor Environmental Quality 17

0 0 0 Innovation 6

0 0 0 Regional Priority 4

0 0 0 TOTALS Possible Points: 110

Certified: 40-49 points, Silver: 50-59 points, Gold: 60-79 points, Platinum: 80+ points

CUERPO

8 APARTADOS

- TRANSPORTE Y UBICACIÓN
- SITIOS SUSTENTABLES
- EFICIENCIA EN AGUA
- ENERGÍA Y ATMÓSFERA
- MATERIALES Y RECURSOS
- CALIDAD DEL AMBIENTE INTERIOR
- INNOVACIÓN
- PRIORIDAD REGIONAL.

4 COLUMNAS

- PUNTOS OBTENIDOS
- TIPO DE CREDITO
- CREDITOS
- PUNTUACIÓN MÁXIMA.

Ilustración 10. Desglose de esquema LEED V4.

B.2 ESQUEMA INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN ENERGÉTICA UNAM.

Con base a la interfaz LEED O+M (LEED O+M es el sistema de edificación sostenible más utilizado en el mundo). Los apartados y columnas están determinados por la información disponible de la ISO 50002. De esta manera obtendremos una vista de un instrumento de evaluación energética visto en una interfaz de hoja de verificación.

- a) **LOGO:** Es un signo gráfico que identifica a la institución. Indispensable en el esquema como referencia de la máxima casa de estudios de México, en donde se genera el instrumento.
- b) **INFORMACION:** Esta parte está conformada por el título del instrumento, su categoría y el nombre del proyecto.
- c) **ABREVIATURAS.**
- d) **CUERPO:** Conformado por 5 apartados y 4 columnas (con base al método que indica máximo 9 apartados para su comprensión, ya que es límite de la memoria humana)

e) **FECHA, NOMBRE Y FIRMA DE LA UNIDAD VERIFICADORA:** Es importante tener a la vista el nombre de la persona responsable de la asesoría del proyecto. Así como la fecha de verificación.

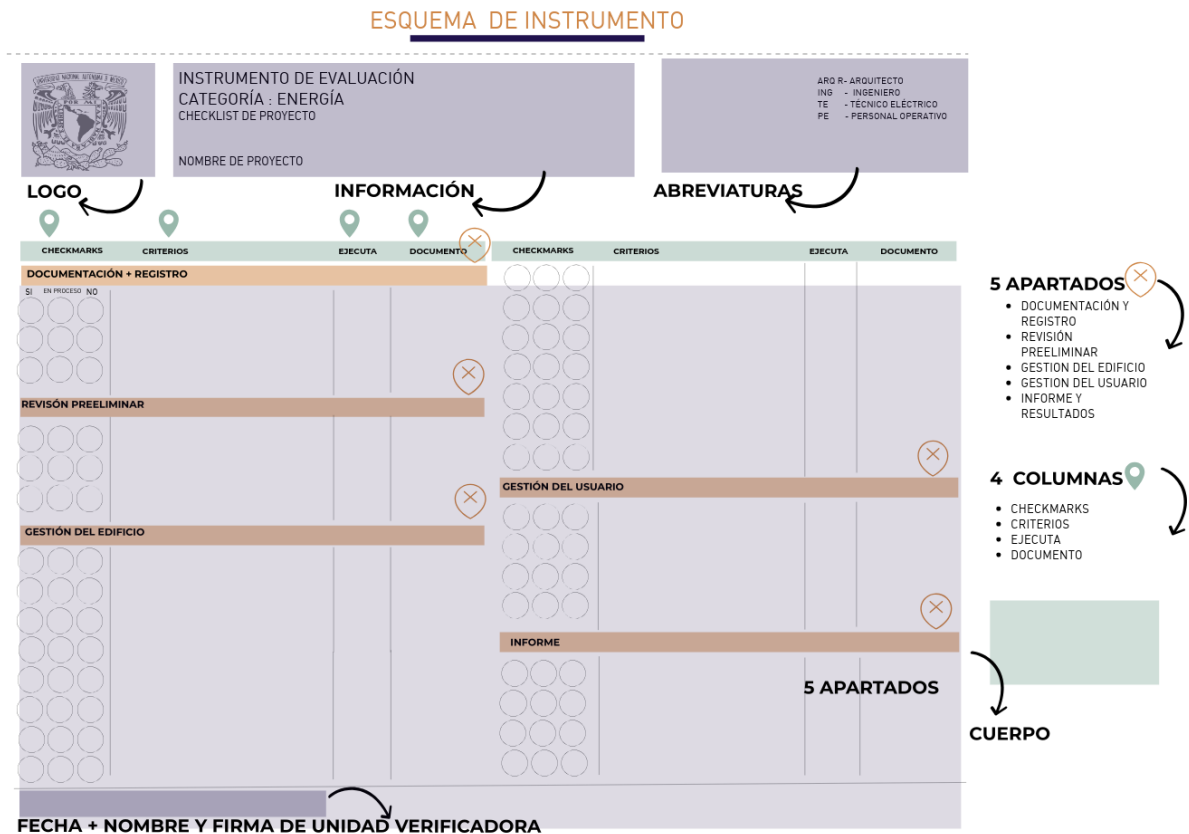


Ilustración 11. Desglose de esquema propuesto para el instrumento de evaluación energética UNAM. Elaboración Propia

A. INSTRUMENTO CON BASE AL METODO ISO 50002 (BASE TEÓRICA)

El instrumento para la ISO 50002 está basado en el esquema propuesto en el inciso B con base a la interfaz LEED O+M. En éste se vacía la información de los requisitos y se describe proceso para realizar una auditoria energética según las normas internacionales a manera de checklist/ hoja de verificación simplificando el proceso. Así mismo a manera de guía se propone la persona a ejecutar la actividad, ya que a veces solemos olvidarnos que son procesos complejos los cuales necesitan de un equipo multidisciplinario, en este caso conformado por personal operativo, arquitectos, ingenieros y técnicos eléctricos. En el apartado de documento se indica nuevamente a manera de guía el orden que debe tener el documento e informe a entregar con base al índice propuesto por la CONUEE.



INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN UNAM- CATEGORÍA
CHECKLIST DE PROYECTO

ENERGÍA ILUMINACIÓN

SIMBOLOGÍA

ARQ - ARQUITECTO
ING - INGENIERO
TE - TÉCNICO
ELÉCTRICO

NOMBRE DE PROYECTO: _____

CHECKMARKS	CRITERIOS	EJECUTA	CHECKMARKS	CRITERIOS	EJECUTA
GESTIÓN DEL EDIFICIO			SIMULACIÓN ENERGÉTICA DE TODO EL EDIFICIO, APÉNDICE G- ASHRAE 90.1 2010		
PRE REQUISITO - ANÁLISIS Y VERIFICACIÓN ELÉCTRICA DEL EDIFICIO			MEDICIÓN AVANZADA DE ENERGÍA		
SI EN PROCESO NO	ANÁLISIS *INVENTARIO ILUMINACIÓN *BALANCE Y RESUMEN *CÁLCULO DENSIDAD MÁXIMA DE POTENCIA ELÉCTRICA PARA ALUMBRADO (DPEAI/m ²) INVENTARIO DE EQUIPOS *CÁLCULO DE EMISIONES DE CARBONO POR USO DE ENERGÍA ELÉCTRICA (TON) *FACTURA *VALIDACIÓN *REGISTRO DE MEDICIÓN E INTERPRETACIÓN	ARQ/ING	MEDICIÓN AVANZADA REALIZAR LA MEDICIÓN DE CUALQUIER SISTEMA QUE UTILICE ENERGÍA QUE REPRESENTA 10% O MÁS DEL CONSUMO TOTAL ANUAL DEL EDIFICIO *LOS MEDIDORES DEBEN INSTALARSE DE MANERA PERMANENTE *MEDICIONES MÁXIMO CADA HORA *TRANSMITIR LA INFORMACIÓN A UNA UBICACIÓN REMOTA *ALMACENAR INFORMACIÓN POR MÍNIMO 36 MESES *INFORMACIÓN ACCESIBLE DE MANERA REMOTA *TODOS LOS MEDIDORES DEBEN REPORTAR USOS POR HORA, DÍA, MES Y ANUAL.		
ILUMINACIÓN			ENERGÍA RENOVABLE		
LAS LÁMPARAS DEBEN CUMPLIR CON LOS LÍMITES MÍNIMOS DE EFICACIA. * NOM-017-ENER/SCFI-2008, la NOM- 028-ENER-2010, NOM-064-SCFI-2009 y la NOM-025-CIPE-2008 * LAS LÁMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS AUTOBALASTRADAS DEBEN CONTAR CON UNA EFICIENCIA O EFICACIA MAYOR A LO ESPECIFICADO EN LA NORMA NOM-017-ENER/SCFISPECIFICADA CON LA RELACIÓN ENTRE EL FLUJO LUMINOSO TOTAL EMITIDO POR UNA FUENTE Y LA POTENCIA TOTAL CONSUMIDA, EXPRESADA EN LUMEN POR WATT (LM/W).			PRODUCCIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE EN SITIO. TODA EDIFICACIÓN SUSTENTABLE DEBE SATISFACER AL MENOS UN 10 % DE LA DEMANDA ENERGÉTICA TOTAL DEL EDIFICIO CON ENERGÍAS RENOVABLES GENERADAS EN SITIO -PRINCIPALMENTE USO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS FUENTES ACEPTADAS: SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS SISTEMAS EÓLICOS MICROCOMBUSTIBLES MICRO-HIDROELÉCTRICAS		
BALASTROS DE ALTA FRECUENCIA.			SUBMEDIDORES EN ZONAS ARRENDADAS		
ADECUACIONES QUE FAVOREZCAN ILUMINACIÓN NATURAL.			GESTIÓN DEL OCUPANTE		
EFICIENCIA ENERGÉTICA			CONTROLES AUTOMÁTICOS DE ILUMINACIÓN		
DISEÑO DE PROGRAMA : RESPUESTA A LA DEMANDA INTEGRAR MEDIDORES DE INTERVALO CON LA CAPACIDAD DE COMUNICACIÓN Y PARA QUE EL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN DE EDIFICIOS ACEPTE UN CONTROL DE SEÑAL EXTERNA, DESARROLLAR UN PLAN INTEGRAL PARA ARROJAR AL MENOS EL 10% DE LA DEMANDA ESTIMADA DE ELECTRICIDAD EN SU PUNTO MÁS CRÍTICO			POLÍTICA ENERGÉTICA - POLÍTICAS DE AHORRO		
EL CABLEADO DE LOS CIRCUITOS ALIMENTADORES EN TODA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEBE TENER UNA EFICIENCIA DE 98.5 % O MAYOR.			TENDENCIAS EN LOS DATOS DE RENDIMIENTO ENERGÉTICO		
			ACUERDOS DE GESTIÓN DE ENERGÍA ESTÁNDAR MÍNIMO, CONSUMO ENERGÉTICO ACTIVAMENTE MONITOREADO Y REGISTRADO		
			OBJETIVOS ENERGÉTICOS		

FECHA _____

NOMBRE Y FIRMA DE UNIDAD VERIFICADORA _____

Ilustración 13. Instrumento de evaluación energética para Ciudad Universitaria hacia una certificación UNAM.

CONTENIDO

A continuación, el desglose del esquema propuesto para el instrumento

- a) LOGO: identidad.
- b) CATEGORIA: Energía (en el diseño se propone la tipografía de los Juegos Olímpicos realizados en México en 1968 en el despacho del Arq. Pedro Ramírez Vázquez)
- c) CUERPO, 5 APARTADOS DE ENERGÍA y 1 DE GESTION DEL OCUPANTE.
se compone de 5 apartados y 5 columnas, en base a que, entre 5 y 9 apartados, es el límite de la memoria de trabajo del ser humano

- PRE-REQUISITO ANALISIS Y VERIFICACIÓN ENERGETICA DEL EDIFICIO
Basado en el método ISO 50002 auditoria energética, como requisito obligatorio para obtener la certificación de edificios construidos en CU.

- **ILUMINACIÓN**

Todo lo relacionado con luminarias, referente a la norma NMX-AA-164-SCFI-2013 (normas de producto mexicanas) y BREEAM EN USO.

- **EFICIENCIA ENERGÉTICA**

Tomando como criterio Respuesta a la Demanda (LEED O+M), la cual considero es la más importante para la reducción de consumos energéticos, ya que en CU el mayor consumo está relacionado con la iluminación, siendo que la Ciudad de México tiene un recurso solar abundante, el cual debiera ser aprovechado al máximo.

Cableado, parte de la norma NMX-AA-164-SCFI-2013, este hace énfasis en la eficiencia del cableado. Y por último la simulación energética del edificio (Criterio de LEED O+M), facilita la aplicación de propuestas tecnológicas, estableciendo una relación entre las más eficientes y su eficiencia.

- **MEDICIÓN AVANZADA DE ENERGÍA**

Tomado de los criterios de LEED O+M, este punto es clave para la obtención de medidas de ahorro energético ya que, en base a este análisis, se podrá saber si las medidas dependen de las tecnologías del edificio o de los usuarios que lo operan. Así mismo esta información ayuda a determinar los benchmark's para CU. La descripción de estrategias precisas ayuda a cumplir con criterios solicitados.

- **ENERGÍA RENOVABLE**

Tomado de LEED O+M y la norma NMX-AA-164-SCFI-2013-SCFI-2013, LEED O+M menciona que debe obtenerse en el sitio, sin embargo, no determina el porcentaje de energía mínimo, por otro lado, la norma establece un porcentaje mínimo, pero con opción a que sea en sitio o fuera de este. personalmente creo que CU tiene el potencial para desarrollar energía renovable en sitio, lo cual al mismo tiempo representa un reto al que está preparada. Siendo una medida urgente que se puede tomar para disminuir la afectación al medio ambiente por la construcción.

- **GESTIÓN DEL USUARIO**

Este apartado se toma de BREEAM EN USO, ya que es el único que considera al usuario como parte de sus estrategias de eficiencia energética, entre ellos se encuentran planes de acuerdos, legislación, objetivos y controles de iluminación.

d) **FECHA, NOMBRE Y FIRMA DE UNIDAD VERIFICADORA**

Nombre de la persona responsable de la asesoría del proyecto. Así como la fecha de verificación, de manera clara y visible.

e) **FUTURA PUNTUACIÓN**

Este espacio esta designado para registrar la puntuación, una vez establecido el sistema de evaluación.

Ante la falibilidad del ser humano y la complejidad del proceso para realizar un diagnóstico energético, aunado al desconocimiento de las normas en materia energética, se creó un elemento de

apoyo que servirá como guía a los profesionistas a realizar diagnósticos energéticos de calidad en Ciudad Universitaria, en base a la ISO 50002 para generar mejoras en los edificios, con la intención de permear conocimiento entre las profesiones y posteriormente elaborar una CERTIFICACION UNAM.

La herramienta de checklist que se presenta en la ilustración 14, es breve, simple y concisa. Es una sola página, redactada con vocabulario correspondiente a la profesión, el aspecto que presenta esta libre de elementos irrelevantes. Los colores simplemente indicaran el nivel de avance que presenta la acción. La ejecución de cada apartado se puede hacer de manera simultánea, reduciendo de esta manera tiempos en el proceso.

CATEGORÍA/TIPOGRAFÍA OLÍMPICOS MÉXICO 1968

INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN UNAM- CATEGORÍA CHECKLIST DE PROYECTO

ENERGÍA ILUMINACIÓN

ABREVIATURAS
ARQ - ARQUITECTO
ING - INGENIERO
TE - TÉCNICO
ELECTRICO

LOGO

NOMBRE DE PROYECTO: _____

CHECKMARKS	CRITERIOS	EJECUTA	CHECKMARKS	CRITERIOS	EJECUTA
GESTIÓN DEL EDIFICIO					
PRE REQUISITO - ANÁLISIS Y VERIFICACIÓN ELÉCTRICA DEL EDIFICIO					
SI EN PROCESO NO	ANÁLISIS *INVENTARIO ILUMINACIÓN *BALANCE Y RESUMEN *CÁLCULO DENSIDAD MÁXIMA DE POTENCIA ELÉCTRICA PARA ALUMBRADO (DPAI/WM²) *INVENTARIO DE EQUIPOS *CÁLCULO DE EMISIONES DE CARBONO POR USO DE ENERGÍA ELÉCTRICA (TON) *FACTURA *REGISTRO DE MEDICIÓN E INTERPRETACIÓN	ARQ/ING	<input type="checkbox"/>	SIMULACIÓN ENERGÉTICA DE TODO EL EDIFICIO, APENDICE G- ASHRAE 90.1 2010	ARQ/ING/TE
MEDICIÓN AVANZADA DE ENERGÍA					
MEDICIÓN AVANZADA REALIZAR LA MEDICIÓN DE CUALQUIER SISTEMA QUE UTILICE ENERGÍA QUE REPRESENTA 10% O MÁS DEL CONSUMO TOTAL ANUAL DEL EDIFICIO. *LOS MEDIDORES DEBEN INSTALARSE DE MANERA PERMANENTE *MEDICIONES MÁXIMO CADA HORA *TRANSMITIR LA INFORMACIÓN A UNA UBICACIÓN REMOTA. *INFORMACIÓN ACCESIBLE DE MANERA REMOTA. *TODOS LOS MEDIDORES DEBEN REPORTAR USOS POR HORA DÍA, MES Y ANUAL.					
ILUMINACIÓN					
LAS LÁMPARAS DEBEN CUMPLIR CON LOS LÍMITES MÍNIMOS DE EFICACIA. * NOM-017-ENER/SCFI-2008 la NOM- 028-ENER-2010, NOM-084-SCFI-2003 y la NOM-028-STPS-088 * LAS LÁMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS AUTOALASTRADAS DEBEN CONTAR CON UNA EFICIENCIA O ETIQUETA MAYOR A LO ESPECIFICADO EN LA NORMA NOM-017-ENER/SCFI ESPECIFICADA CON LA RELACION ENTRE EL FLUJO LUMINOSO TOTAL EMITIDO POR UNA FUENTE Y LA POTENCIA TOTAL CONSUMIDA EXPRESADA EN LUMEN POR WATT (LM/W).					
ENERGÍA RENOVABLE					
PRODUCCIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE EN SITIO. TODA EDIFICACIÓN SUSTENTABLE DEBE SATISFACER AL MENOS UN 10 % DE LA DEMANDA ENERGÉTICA TOTAL DEL EDIFICIO CON ENERGIAS RENOVABLES GENERADAS EN SITIO. *PRINCIPALMENTE USO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS FUENTES ACEPTADAS: SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS SISTEMAS EOLIOS BIOCOMBUSTIBLES MICRO-HIDROELÉCTRICAS					
EFICIENCIA ENERGÉTICA					
DISEÑO DE PROGRAMA : RESPUESTA A LA DEMANDA *INTEGRAR MEDIDORES DE INTERVALO CON LA CAPACIDAD DE COMUNICACIÓN Y PARA QUE EL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN DE EDIFICIOS ACEPTA UN CONTROL DE SEÑAL EXTERNA DESARROLLAR UN PLAN INTEGRAL PARA ARRÓJAR AL MENOS EL 10% DE LA DEMANDA ESTIMADA DE ELÉCTRICIDAD EN SU PUNTO MAS CRITICO					
GESTIÓN DEL OCUPANTE					
EL CABLEADO DE LOS CIRCUITOS ALIMENTADORES EN TODA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEBE TENER UNA EFICIENCIA DE 98.5 % O MAYOR.					
CONTROLES AUTOMÁTICOS DE ILUMINACIÓN					
POLITICA ENERGÉTICA - POLITICAS DE AHORRO					
TENDENCIAS EN LOS DATOS DE RENDIMIENTO ENERGÉTICO					
ACUERDOS DE GESTIÓN DE ENERGÍA ESTANDAR MÍNIMO CONSUMO ENERGÉTICO, ACTIVAMENTE MONITOREADO Y REGISTRADO.					
OBJETIVOS ENERGÉTICOS					

FECHA
NOMBRE Y FIRMA DE UNIDAD VERIFICADORA

FECHA + NOMBRE Y FIRMA DE UNIDAD VERIFICADORA

FUTURA PUNTUACIÓN

5 APARTADOS DE ENERGÍA Y 1 DE GESTIÓN DEL OCUPANTE

ISO 50002

NMX-AA-164

NMX-AA-164 + BREEAM

NMX-AA-164

LEED

NMX-AA-164

LEED

BREEAM

LEED + NMX-AA-164

BREEAM

BREEAM

BREEAM

BREEAM

Ilustración 14. Desglose de esquema propuesto para Instrumento de evaluación energética para Ciudad Universitaria hacia una certificación UNAM.

VALIDACIÓN

El instrumento se validará realizando su aplicación en UNIVERSUM y posteriormente se compararán sus resultados con los resultados obtenidos de el Distintivo UNAM en la categoría Energía.

De esta manera, se tendrá un panorama realista acerca de los criterios evaluados, revelando así una lista de verificación clara, razonada y avanzada de talla internacional que mejorará la eficiencia energética y reducirá gastos de funcionamiento.

- **Ubicación:** Ciudad Universitaria
- **Personal que aplicará el instrumento:** Arquitecta Diana Lucía Amador Cruz.
- **Se necesitará la colaboración de:** Dirección de PUES + UNIVERSUM.
- **Dirección:** Dra. Azucena Escobedo Izquierdo.

Para poder realizar la aplicación, es necesario contar un equipo de especialistas entre ingenieros, arquitectos, técnicos eléctricos y personal administrativo, tanto externos como miembros de UNIVERSUM, quienes proporcionarán la información necesaria sobre las instalaciones y la operación del museo.

PROCEDIMIENTO DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO.

ETAPA 01

1. Identificar personal (mantenimiento, operativo, direcciones y subdirecciones)
2. Recopilar información (planos, censo de iluminación, informe de Distintivo UNAM, horarios y actividades)

ETAPA 02

1. Investigación, entrevistas
2. Recorrido por las instalaciones.
3. Aplicación de checklist.
4. Resultados

COMPARATIVA DE RESULTADOS.

ETAPA 01

1. Identificar personal (mantenimiento, operativo, direcciones y subdirecciones) personal clave:
 - Director General de Divulgación de la Ciencia – Dr. César A. Domínguez Pérez-Tejada
 - Directora de Universum - Mtra. Gabriela Sara Guzzy Arredondo
 - Subdirección de Universum –Biól. Daniel Ramon Barreto Oble.
 - Prevención de riesgos - TUM. Carlos Zaldivar Edding
 - Observatorio Astronomía y fisilab – Ing. Abraham Rubí V.
 - Mantenimiento – Edgar Martínez.
 - Jefatura del área de obra civil - Arq. Anabel Popoca Castillo

2. Recopilar información

- Planos (no se proporcionaron) Se realizó el seguimiento conforme a los esquemas entregados en el censo de iluminación.
- Censo de iluminación (El censo de iluminación consta de 300 encuestas realizadas entre mayo del 2016 y febrero del 2017 por el equipo del departamento de sistemas energéticos de la facultad de ingeniería de la UNAM)
- Informe del distintivo UNAM. (Anexos)
- Horarios y actividades

Operación de UNIVERSUM

Martes a viernes de 9:00 a 18:00 horas.

Sábados, domingos y días festivos de 10:00 a 18:00 horas.

Lunes: cierra el museo, este operando solo con su personal (atención al visitante, departamentos, oficinas) no hay visitantes, las salas están apagadas en cuanto equipos e interactivos. A veces los lunes son ideales para actividades exclusivas y se enciende, aunque no es lo cotidiano. Entre semana: de martes y miércoles, es tranquilo, hay programación. Las visitas escolares son el público “programado” mayoritario aquel que programa una visita en grupo, 90% escuelas o amigos. Jueves y viernes, se recibe gran cantidad de visitas escolares, aproximadamente 2 mil niños.

Sábados y domingos, son particulares con dinámica distinta, un público casual, familia, parejas, amigos, no vienen con un interés en particular.

Estructura Administrativa

UNIVERSUM + DGDC (Dirección General de Divulgación de la Ciencia de la UNAM)

- Director general
- Directores de área
- Estructura operativa

La DGDC se compone de alrededor 500 personas más becarios 700 personas. Hay alrededor de 230 anfitriones. (Biblioteca, direcciones generales, 3er piso, multimedia, video y fotografía) Tiene 4 direcciones:

- UNIVERSUM (1 subdirección)
- MUSEO DE LA LUZ (1 subdirección)
- MEDIOS (3 subdirecciones)
- ACADEMICA (sin subdirección)

Obra civil y unidad de computo. depende de la unidad administrativa de la DGDC, pero le da servicio a todo el conjunto. Todo termina en DGDC y unidad administrativa de UNIVERSUM, de estas dependen todas las demás áreas.

ETAPA 02

1. Investigación, entrevistas

Se realizaron las reuniones con los departamentos entre abril y mayo del 2018.

Información relevante:

A partir 8:00 horas de la mañana, comienza a ser encendido el museo, la mayor parte del museo es encendido manual (desde los breaks en las cajas) una vez encendido todo, se apagan las de servicio. Mantenimiento hace un recorrido de revisión para checar que los interactivos entren. El subdirector, menciona su interés por mejorar los sistemas, se piensa transitar hacia tecnologías que apoyen los encendidos remotos desde dispositivos electrónicos o automatizados.


En cuanto a iluminación, las oficinas de UNIVERSUM se habilitaron en 2014 y 2015 sin embargo las lámparas de cada cubículo no tienen apagadores, se encienden por bloques, lo que hace que en ocasiones se consuma energía que no está siendo utilizada. Lo mismo pasa en la “casita de las ciencias”, reiteradamente los usuarios se quejaron sobre el encendido por bloques. Durante el recorrido se puede observar que los pasillos tienen iluminación vinculada con otras áreas que, si necesitan el consumo de iluminación durante el día, mientras que los pasillos no. Dentro de la renovación del área de matemáticas se encontraron computadoras obsoletas que llegaban a consumir grandes consumos energéticos.

Universum desea generar congruencia implementando prácticas de ahorro energético. En esta última propuesta de renovación del año 2018 se aspira a tener un museo sustentable. Entre las principales medidas planteadas al director general, se encuentran los siguientes rubros: consumo energético, mitigación de residuos, consumo de papel, agua.

2. Recorrido por las instalaciones. (fotos de las instalaciones en anexos)

3. Aplicación de checklist: junio 2018.

RESULTADOS



**INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN UNAM- CATEGORÍA
CHECKLIST DE PROYECTO**

ENERGÍA ILUMINACIÓN

NOMBRE DE PROYECTO: UNIVERSUM - CIUDAD UNIVERSITARIA

ABREVIATURAS

ARQ - ARQUITECTO
ING - INGENIERO
TE - TÉCNICO
ELÉCTRICO
NA - NO APLICA

CHECKMARKS	CRITERIOS	EJECUTA	CHECKMARKS	CRITERIOS	EJECUTA
GESTIÓN DEL EDIFICIO					
PRE REQUISITO - ANÁLISIS Y VERIFICACIÓN ELÉCTRICA DEL EDIFICIO					
SI	EN PROCESO	NO	●	ANÁLISIS	ARQ/ING
<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	*INVENTARIO ILUMINACIÓN *BALANCE Y RESUMEN *CÁLCULO DENSIDAD MÁXIMA DE POTENCIA ELÉCTRICA PARA ALUMBRADO (DPEA)(w/m2) INVENTARIO DE EQUIPOS *CÁLCULO DE EMISIONES DE CARBONO POR USO DE ENERGÍA ELÉCTRICA. (TON) *FACTURA *VALIDACIÓN *REGISTRO DE MEDICIÓN E INTERPRETACIÓN	
ILUMINACIÓN					
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	LAS LÁMPARAS DEBEN CUMPLIR CON LOS LÍMITES MÍNIMOS DE EFICACIA. <small>* NOM-017-ENER/SCTI-2008, la NOM- 028-ENER-2010, NOM-044-SCTI-2000 y la NOM-025-STPS-2008</small> * LAS LÁMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS AUTOBALASTADAS DEBEN CONTAR CON UNA EFICIENCIA O EFICACIA MAYOR, A LO ESPECIFICADO EN LA NORMA NOM-017-ENER/SCTI-2008 CON LA RELACIÓN ENTRE EL FLUJO LUMINOSO TOTAL EMITIDO POR UNA FUENTE Y LA POTENCIA TOTAL CONSUMIDA, EXPRESADA EN LUMEN POR WATT (LM/W).	ARQ /ING/TE
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	BALASTROS DE ALTA FRECUENCIA.	ARQ /ING/TE
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	ADECUACIONES QUE FAVOREZCAN ILUMINACIÓN NATURAL.	ARQ
EFICIENCIA ENERGÉTICA					
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	DISEÑO DE PROGRAMA : RESPUESTA A LA DEMANDA <small>INTEGRAR MEDIDORES DE INTERVALO CON LA CAPACIDAD DE COMUNICACIÓN Y PARA QUE EL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN DE EDIFICIOS ACEPTE UN CONTROL DE SEÑAL EXTERNA DESARROLLAR UN PLAN INTEGRAL PARA ARROJAR AL MENOS EL 10% DE LA DEMANDA ESTIMADA DE ELECTRICIDAD EN SU PUNTO MÁS CRÍTICO</small>	ARQ /ING/TE
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	EL CABLEADO DE LOS CIRCUITOS ALIMENTADORES EN TODA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEBE TENER UNA EFICIENCIA DE 98.5 % O MAYOR.	ARQ /ING/TE
ENERGÍA RENOVABLE					
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	PRODUCCIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE EN SITIO. <small>TODA EDIFICACION SUSTENTABLE DEBE SATISFACER AL MENOS UN 10 % DE LA DEMANDA ENERGETICA TOTAL DEL EDIFICIO CON ENERGIAS RENOVABLES GENERADAS EN SITIO. -PRINCIPALMENTE USO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS FUENTES ACEPTADAS: SISTEMAS SOLARES TERMICOS SISTEMAS EOLICOS BIOCOMBUSTIBLES MICRO-HIDROELECTRICAS</small>	ARQ/ING/TE
GESTIÓN DEL OCUPANTE					
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	CONTROLES AUTOMÁTICOS DE ILUMINACIÓN	ARQ/ING
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	POLITICA ENERGÉTICA - POLITICAS DE AHORRO	ARQ/ING
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	TENDENCIAS EN LOS DATOS DE RENDIMIENTO ENERGÉTICO	ARQ/ING /TE
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	ACUERDOS DE GESTIÓN DE ENERGÍA <small>ESTÁNDAR MÍNIMO, CONSUMO ENERGÉTICO ACTIVAMENTE MONITOREADO Y REGISTRADO.</small>	ARQ/ING /TE
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	OBJETIVOS ENERGÉTICOS	ARQ/ING /TE

FECHA JUNIO 2018

NOMBRE Y FIRMA DE UNIDAD VERIFICADORA ARQ. DIANA LUCIA AMADOR CRUZ

Ilustración 15. Instrumento de evaluación energética aplicado a UNIVERSUM. Junio 2018.

RESULTADOS POR CATEGORÍAS

- Prerrequisitos: los criterios de este apartado se encuentran parcialmente realizados, ya que existe un inventario de iluminación por parte del departamento de sistemas energéticos de la facultad de ingeniería de la UNAM. Al igual que el registro de medición. Los demás criterios no se cumplieron.
- Luminarias: los criterios no se cumplieron, en el último año se ha transitado a luminarias LED. Sin embargo, el edificio en su totalidad no cumple.
- Eficiencia energética: No se cumplieron los criterios: no existe un programa de respuesta a la demanda, y a pesar de los esfuerzos por renovar las luminarias, en algunas zonas el cableado no ha sido cambiado. Así mismo no cuentan con una simulación energética del edificio.
- Medición avanzada de energía: No se cumplieron los criterios. No existe la aplicación de estas medidas, y por otro lado no aplica el criterio de zonas arrendadas.

- Energía renovable: El edificio no genera su propia energía. Por lo tanto, no cumple con los criterios.
- Gestión del ocupante. No cumple con los criterios, una política de ahorro está siendo considerada, por parte de la subdirección. No hay un monitoreo constante que realice los registros, ni tampoco controles automáticos de iluminación, son manuales.

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

De acuerdo con los resultados del instrumento, UNIVERSUM, tiene un bajo desempeño en cuanto a eficiencia y ahorro energético. A continuación, se explica porque y sus implicaciones.

- Prerrequisito - Análisis y verificación eléctrica del edificio.

Los prerrequisitos están conformados casi en su totalidad por la norma ISO 50002, referente a auditorías energéticas. Existe un censo de iluminación que se realizó entre mayo del 2016 y febrero del 2017, por el equipo del departamento de sistemas energéticos de ingeniería de la UNAM, sin embargo, durante el recorrido por las instalaciones y en pláticas con el personal de mantenimiento, se realizaron cambios comenzando el 2018, por lo que el censo ya no se encuentra vigente. Este problema es común, como se mencionó anteriormente, a pesar de los esfuerzos por mejorar el consumo energético, los departamentos no trabajan en conjunto. El personal de mantenimiento no tiene un registro de cuantas luminarias han cambiado a LED y una certera ubicación, simplemente cuentan con el requerimiento de compra y la lista del equipo que se entregó. Con los datos que se recabaron en 2016 y 2017, se puede llegar a una aproximación del rendimiento energético, sin embargo, no será el real.

Lo que sucederá es que el equipo tendrá que volver a recabar datos para realizar una auditoría del sistema de iluminación actual, lo que implica recurso humano, recursos materiales y tiempo. Las medidas que UNIVERSUM tuviera que adaptar, tomarían tiempo en implementarse y lo más importante, en ver resultados, es por esto por lo que el tiempo es un factor relevante en cuanto a mitigación y cambio climático.

*Factores implicados: tiempo, costo, recurso humano, trabajo en equipo.

- Requisitos: Iluminación

En un museo es complicado el tema de las luminarias, ya que los proyectos de exposición requieren características especiales para funcionar en armonía con el objeto de la obra.

Universum en este año 2018, por requerimiento del Departamento de Mantenimiento y por interés de la Subdirección, implemento un programa en el que sustituyen luminarias a LED. Sin embargo, los criterios no se cumplen en todo el edificio, tampoco en el caso de los balastos de alta frecuencia. Así mismo no se tiene un inventario de luminarias, ni un plano con su ubicación. Debido a la complejidad de algunas obras, no es posible apreciar el tipo de luminaria que se encuentra instalada. Sin embargo, el personal de mantenimiento conoce perfectamente el funcionamiento de manera práctica ya que es su campo de especialidad.

A pesar de contar con los conocimientos, no existe vinculación con el Departamento de Obras para actualizar los planos. La gestión de información, en el equipo de especialistas a realizar las tareas de evaluación energética es vital para un proceso eficiente. Por otro lado, Universum, tiene un diseño que favorece la iluminación natural, pero esto resulta un problema en aquellas salas que manejan niveles bajos o nulos de iluminación ya que se deben tomar medidas que implican costos adicionales. Por lo que el consumo energético no es el ideal y tampoco es el más eficiente. Lo que implica mayores costos y emisiones GEI

*Los factores involucrados: tiempo, gestión de información, trabajo en equipo y diseño.

- Requisitos: Eficiencia Energética.

No cumple con ningún criterio, lo que implica un consumo energético alto y consecuentemente mayores costos y emisiones de GEI, también nos indica si hay un departamento asignado específicamente para ahorro energético, ya que se necesita de especialistas en el tema para abordar todos estos criterios.

El cableado de los circuitos según el personal de mantenimiento sigue siendo obsoleto, al ser un edificio reacondicionado, progresivamente se han tomado medidas para hacerlo funcionar de acuerdo con las necesidades del momento, sin embargo, el cableado y su eficiencia no ha sido prioridad.

Así mismo tampoco cuentan con un diseño de programa: respuesta a la demanda. Al no existir una medición constante, ni una auditoria energética, se desconocen los puntos críticos de consumo eléctrico, por lo tanto, también los sistemas manuales o automáticos que favorecen la disminución de gases GEI por producción de electricidad.

La simulación energética¹ según el apéndice G-ASHRAE 90.1 2010² no se cumple, para la tipología museos esta herramienta es ideal, ya que sus exposiciones son cambiantes. Con una simulación en un software especializado se podrían correr distintos modelos en base a las características de las luminarias y equipos propuestos cada cambio de temática de sala. Esto involucra en un inicio recurso humano y tiempo, pero se ve recompensado posteriormente, alimentando el modelo con diferentes parámetros.

Factores involucrados: tecnologías, medición, simulación y seguimiento.

- Requisitos: Medición avanzada de energía.

Los criterios se van enlazando unos con otros, si se contara con una medición avanzada de energía, el seguimiento arrojaría datos que pudieran ser utilizados para proponer un programa de respuesta a la demanda, y posteriormente objetivos energéticos (esto se da en la categoría gestión del ocupante).

Universum no cuenta con un sistema de medición constante, no cuenta con los equipos necesarios (medidores), ni con la tecnología para poder transmitir esta información a una central de datos para su almacenamiento. Esto implica problemas con el seguimiento del consumo energético, ya que sin las mediciones constantes no se pueden encontrar fugas o fallas de equipos/luminarias e identificar áreas de oportunidad, en consecuencia, para poder detectarlos es necesario realizar una serie de análisis en distintas épocas del año lo que conlleva tiempo, recursos y especialistas, mientras más roten estos grupos de analistas (por qué tampoco son permanentes), el tiempo en que se integran como equipo será mayor.

Universum no cuenta con zonas arrendadas.

*Factores involucrados: tecnologías, recurso económico, centro de datos.

- Requisitos: Energía Renovable

No se cuenta con producción de energía renovable. Es irónico ya que, en 2014, un equipo de más de 30 alumnos de diversas facultades de la UNAM, gana el primer lugar mundial en la categoría

¹ Simulación energética: La simulación del desempeño energético de una edificación es una poderosa herramienta computacional que se utiliza para evaluar la forma en que cada sistema de una edificación afecta el consumo de energía total de la misma.

² ASHRAE 90.1 es el estándar técnico, referenciado por LEED, que provee los lineamientos necesarios para satisfacer el desempeño energético exigido por esta certificación.

“ingeniería y construcción”, del concurso *Solar Decathlon Europe*³, celebrado en Versalles Francia. El prototipo también fue premiado por haber sido uno de los que tienen mejor rendimiento en lo que a eficiencia energética se refiere: la casa consume alrededor de 100 watts, equivalente a una sola lámpara incandescente. Actualmente éste se encuentra ubicado en UNIVERSUM a manera de exposición. Las estrategias utilizadas en 2014 corresponden a una tecnología de hace cuatro años, por lo que

*Factores involucrados: tecnologías, recurso económico, especialistas, equipo de trabajo.

- Requisitos: Gestión del usuario

El único criterio de este requisito que se encuentra en proceso es una política de ahorro. No hay controles automáticos de iluminación, ni datos de rendimiento, ni objetivos energéticos, en consecuencia, tampoco acuerdos de gestión energética. Si no se puede medir el problema, no se pueden establecer recomendaciones, no se puede determinar si el mayor consumo energético es por iluminación, no sabemos si hay fugas, si el personal está operando erróneamente los equipos, o si existe algún equipo descompuesto que necesite sustituirse.

Los usuarios en Universum son variados, ya que en temporadas altas reciben hasta 2 mil niños, estos usuarios son transitorios, también tienen áreas de oficina en donde los puestos son permanentes, pero no las personas, los contextos alrededor del edificio cambian constantemente, es por esto que se necesitan planes de operación y mantenimiento, así como evaluaciones energéticas constantes. Conocer su comportamiento nos ayuda a comprender cuáles son las áreas de oportunidad y comunicar a las instituciones las necesidades prioritarias.

*Factores involucrados: tecnologías, personal capacitado, especialistas, equipo de trabajo y comité energético.

Si Universum aplicará para obtener una Certificación como LEED O+M o BREEAM En Uso no podría obtener ningún punto en su lista de requisitos, su desempeño es deficiente y en realidad no cuenta con estrategias de ahorro energético. Las propuestas se crean en respuesta a la necesidad de disminuir la factura eléctrica, por personal interesado, más no especialistas.

³ Es un concurso internacional de arquitectura e ingeniería patrocinado por el Departamento de Energía de los Estados Unidos de América y el Laboratorio de Energías Renovables (NREL). Las universidades participantes deben construir una casa abastecida completamente por energía solar y mantenerla operativa durante una semana.

RESULTADOS DIAGNÓSTICO AMBIENTAL UNAM

Se les otorgó en 2011 el distintivo básico. El informe contiene datos de consumo energético en base a sus créditos, así como la ficha de recomendaciones (véase tabla 33).

A continuación, el análisis se realiza en los créditos relacionados con la iluminación y en los que se obtuvo puntuación:

E2. “cuenta con luminarias ahorradoras”, no indica qué tipo o que grado de eficiencia deben de tener.

E7. “No cuenta con balastos ociosos⁴ y/o luminarias no funcionales” los términos utilizados pueden tener una interpretación diferente de quien este aplicando el instrumento, así mismo no cuenta con una estrategia específica, no indica cómo es el tipo de mantenimiento que se le tiene que dar a las luminarias.

E8, E9, E10, E11: Aunque estos puntos hacen referencia a equipos, habilitar los modos de ahorro energético, no genera un ahorro tangible.

Las estrategias relacionadas con el mayor consumo de energía son insuficientes para cubrir las necesidades de cualquier edificio en Ciudad Universitaria.

⁴ Balastos ociosos: lámparas quemadas o desconectadas pero unidas al balastro.

Energía				
Tipo de crédito	Crédito	Acción	Porcentaje	Recomendaciones
Gestión administrativa	E1	Conoce su consumo de energía	0.00%	Instalar un equipo de medición de parámetros eléctricos en la acometida principal y registrar el consumo
Sustitución tecnológica	E2	Cuenta con luminarias ahorradoras	46.80%	Sustituir 2,029 sistemas de iluminación por sistemas eficientes
	E3	Cuenta con sistemas de iluminación automatizados	0.00%	Instalar 72 sensores de presencia en pasillos, escaleras y baños.
	E4	Cuenta con equipo de refrigeración eficiente	60.00%	Sustituir 6 equipos de refrigeración por equipos eficientes.
	E5	Las computadoras tienen monitor LCD o LED	94.05%	Sustituir 16 monitores CRT por monitores LCD o LED.
	E6	La antigüedad de los motores es menor a 10 años o éstos reciben mantenimiento preventivo	0.00%	Implementar un programa de mantenimiento preventivo y analizar la eficiencia de 21 equipos de fuerza con una antigüedad mayor a 10 años
Mantenimiento y operación	E7	No cuenta con balastos ociosos y/o luminarias no funcionales	96.78%	Implementar un programa de mantenimiento preventivo y dar mantenimiento a 123 luminarias o balastos ociosos para eliminar el consumo de balastos ociosos.
	E8	Da uso adecuado a los equipos de aire acondicionado	78.95%	Establecer el "set point" de 4 equipos de aire acondicionado en la temperatura confort (24 °C).
	E9	Tiene habilitado el modo ahorrador en computadoras	66.78%	Habilitar el modo de ahorro energético en 102 equipos de cómputo.
	E10	Tiene habilitado el modo ahorrador en equipos de impresión y escaneo	67.92%	Habilitar el modo de ahorro energético en 34 equipos de impresión y escaneo.
	E11	Se desconectan los equipos ociosos (cómputo y misceláneos)	83.89%	Desconectar 383 equipos cuando no estén en operación.
Otros	E12	Promueve el uso de transporte no motorizado	0.00%	Promover el uso de bicicletas u otros medios de transporte que no contaminen
	E13	Su población llega en transporte institucional o auto compartido	0.00%	Fomentar el uso de transporte masivo, e implementar un programa de transporte interno
	E14	Cuenta con un plan de reducción de GEI	0.00%	Realizar e implementar un plan de reducción de emisiones
	E15	Utiliza algún tipo de energía renovable	0.00%	Instalar paneles fotovoltaicos para la iluminación exterior
Porcentaje obtenido en el tema de energía: 39.68%				

■ Representa el avance gráfico por crédito.

Tabla 33. Créditos y recomendaciones, Energía. Obtenido de: Diagnóstico ambiental UNAM para la Dirección General de Divulgación de las ciencias y Museo de las Ciencias, 2011.

COMPARATIVA DE RESULTADOS

El instrumento creado resulta ser más competitivo, con medidas estrictas acorde a las necesidades de Ciudad Universitaria.

En el distintivo, ningún crédito es obligatorio, y tampoco se detalla cómo es que se puede obtener el crédito, las acciones son superficiales y los conceptos no utilizan el lenguaje de un especialista en energía, por lo que tiende a tener múltiples interpretaciones. En con la lista de verificación que al estar basada en tres sistemas reconocidos y con años de experiencia en su aplicación detalla cada estrategia con información técnica y con un lenguaje acorde a la información requerida.

Solamente tres créditos están relacionados con la iluminación, según el análisis energético realizado, la iluminación es el sector que más energía consume en Universum, por lo que resultan irrelevantes los demás criterios a la hora de analizar los ahorros generados. Por otro lado el instrumento de evaluación esta específicamente enfocado a la iluminación.

La estrategias no hacen referencia a un estudio, norma, ley, ISO, alguna base que soporte las estrategias. Al hablar de equipos, sistemas de iluminación o luminarias, se requieren datos técnicos para la correcta sustitución o elección. La lista de verificación hace referencia a ISO, NMX, ASHRAE entre otros estándares de reconocimiento internacional.

Es verdad que Ciudad Universitaria necesita una Certificación, pero es una pena que se realice de esta manera contando con los mejores especialistas en el tema e innumerables estudios. Lo que en realidad interesa al aplicar los instrumentos es que sean guías claras y concisas de las estrategias que se deben implementar. El distintivo se compone de: medidas a problemas que no son prioridad y que no generaran un impacto en el ahorro energético.

CONCLUSIONES GENERALES



**"El
consumo de energía en
los edificios no es
escalable ni lineal.
El instrumento
propuesto esta basado
en métodos avalados,
que apoya una
evaluación energética en
un sentido estricto"**

CONCLUSIONES GENERALES

La crisis ambiental que se vive en nuestros días está deteriorando el planeta en donde vivimos, intentando encontrar un equilibrio, el planeta a manera de respuesta, reacciona con una serie de eventos climáticos extremos. A su vez, las consecuencias de estos eventos son catastróficas, el acceso a recursos primarios se ve afectado, desde sus cultivos hasta plantas de luz. Por lo tanto, sus actividades económicas se ven paralizadas y en el peor de los casos suelen cobrar vidas.

Es urgente en todo el sector edificatorio, como a nivel comunidad e individual unirse a este gran reto. La UNAM como universidad sustentable tiene la responsabilidad de concientizar a los profesionistas que está formando, para lograr alcanzar metas actuales y reducir los impactos al medio ambiente en un futuro. Así mismo el prestigio de la universidad es capaz de crear inercia social en la aplicación de este instrumento. Tal como lo hacen universidades en Malasia, Turquía, Italia, Estados Unidos, Australia entre otros.

La energía como se mencionó en el capítulo 1, es el motor que hace que el mundo funcione, pero el sector energético es el mayor contribuyente a las emisiones globales de GEI. La matriz energética de México se encuentra dependiendo casi en un 90% de recursos que terminaran por agotarse, lo que agrava la situación ya que además las tecnologías renovables están muy poco desarrolladas, lo que nos deja sin un plan alternativo. La adaptación de estrategias permitirá a la generación actual disfrutar del planeta tal como lo conocimos siendo niños, y la mitigación es la única forma en que les permitirá conocer el mismo planeta a las generaciones futuras. La implementación de medidas estrictas es necesaria y debería ser obligatoria.

Existe una gran cantidad de propuestas para apoyar estrategias referentes a la eficiencia energética. México se encuentra en una red de esfuerzos aislados entre los sectores: académico, científico, gubernamental y comercial, no existe una vinculación entre los estudios y propuestas, lo que resta fuerza a los logros individuales. Por otro lado, tampoco se ha encontrado un método eficaz que facilite e incentive su aplicación.

El contexto normativo de la edificación en México es extenso, y al mismo tiempo confuso (como en el caso de la NMX-AA-164-SCFI-2013) por el momento, a pesar de contar con estrategias relevantes plasmadas en las normas, el país sigue llevando a cabo las mismas prácticas que hoy en día están acabando con el planeta. México a pesar de los esfuerzos realizados, se encuentra atrasado en cuanto

a políticas ambientales. Además, que los incentivos que han propuesto no son atractivos para el sector de la construcción, aunque, la creación de una certificación mexicana no solo generaría impactos ambientales, también genera empleos ya que se necesita de un equipo multidisciplinario para ejecutar una certificación, principalmente abriendo un campo laboral para que los especialistas se desarrollen y se vinculen para fomentar subespecialistas energéticos, así mismo apoya la educación ambiental, difunde conocimiento, promueve el uso de nuevas tecnologías y puede impulsar mercados verdes existentes.

El método más avanzado para evaluar edificios es BREEAM, no es casualidad que sea de los pocos que incluyen una evaluación post ocupación. Los usuarios que habitan los edificios no son permanentes, estos cambian constantemente, así como las generaciones. En consecuencia, los usos finales se modifican dependiendo de las necesidades de las empresas o instituciones, por lo que los instrumentos deberán actualizarse constantemente.

Se establece que el consumo de energía en los edificios no es escalable ni lineal, debido a la cantidad de variables involucradas. Por ejemplo, mientras más metros cuadrados tenga un edificio no significa que su consumo de energía sea mayor, este dependerá de las actividades que se realicen en él, así como el tipo de usuarios (permanentes o temporales) y a su vez de los hábitos de los usuarios.

Para establecer recomendaciones, se necesita realizar evaluación energética a cada edificio, entonces el método se debe caracterizar por ser eficiente, claro, conciso y fácil de aplicar.

Con los estudios realizados previamente dentro de Ciudad Universitaria y la información generada a nivel normativo, se logró desarrollar el instrumento, basado en métodos avalados, que apoya una evaluación energética en un sentido estricto. Como se planteó en un inicio, al tomar como referencia la estructura e interfaz de LEED añadiendo características de requerimientos LEED O+M, BREEAM EN USO y NMX-AA-164-SCFI-2013, se desarrolló un instrumento de comprobación para Ciudad Universitaria con los más estrictos criterios.

Al realizar un análisis comparativo entre LEED O+M, BREEAM EN USO y NMX-AA-164-SCFI-2013, se tienen en común una serie de estrategias específicas, es decir, los criterios son precisos. Sin embargo, la Norma Mexicana hace referencia a 29 normas más, lo que resulta tedioso y confuso. Independientemente de la guía de criterios de LEED O+M y BREEAM EN USO, tienen un

instrumento de aplicación que cuenta con un diseño atractivo de interfaz, sencilla y clara, basada en el método Checklist. Por otro lado, la norma no cuenta con esa facilidad para su aplicación.

Se diseñó la interfaz para Ciudad Universitaria en la categoría Energía para edificios construidos, el instrumento se caracteriza por ser una interfaz práctica con los criterios más estrictos relacionados a la iluminación. Posterior a su aplicación se concluye que, Universum no cumple con ningún crédito. Los motivos radican alrededor de la gestión de ahorro energético, no existe un programa de operación y mantenimiento diseñado y dirigido por especialistas, lo que implica falta de seguimiento, propuestas eficientes, diagnóstico energético nivel 02 o 03, es decir, aplicación de conocimientos técnicos en cuanto a eficiencia y ahorro energético. Por ahora el personal directivo hace un esfuerzo por encaminar estrategias, sin embargo, son propuestas por personal no especializado, lo genera costos y prácticas que no están enfocadas al problema del edificio.

Entre los factores implicados en cada uno de los requisitos los más comunes son: tiempo, costo, trabajo en equipo, especialistas, tecnologías, diseño y gestión de información, por lo que se convierten en áreas de estudio.

Uno de los criterios de mayor relevancia en el instrumento es la gestión del usuario, diversos estudios han demostrado su relación con el consumo energético. Los estudios son recientes, sin embargo, lo que no se puede negar es que, al otorgar control sobre los sistemas por ejemplo de iluminación, se crea un sinfín de contextos distintos. Estos están relacionados con los hábitos y prácticas de consumo, y al mismo tiempo de las necesidades personales. El ser humano es una variable compleja dentro de un análisis energético en edificios, por lo que, al integrarle factores como el clima, se generan desempeños únicos.

Para Universum este criterio no resulta tan problemático, ya que a pesar de la gran cantidad de usuarios que puede llegar a albergar, no tienen control de la iluminación, que es el mayor consumo de electricidad. El personal de mantenimiento es quien tiene el control.

El caso del distintivo UNAM, es una respuesta a una solicitud, en vista de que otros países y campus universitarios (por ejemplo, el caso de Perugia Italia) cuentan con sus propias certificaciones, crea una presión sobre la máxima casa de estudios del país. Nuestra política ambiental es confusa y no se aplica. Lo lamentable es que se difundan resultados favorables cuando a las edificaciones les hace falta

implementar estrategias estrictas para reducir el impacto negativo del consumo energético. Siendo una herramienta, que después de este análisis, considero intrascendente para alcanzar las metas en materia de ahorro energético, tanto en el país como en Ciudad Universitaria.

En las fechas que se realizó la aplicación del instrumento, logré acreditarme como LEED GREEN ASSOCIATE (id: 11252834). Lo que en verdad facilitó la aplicación del instrumento, ya que, al capacitarte, el proceso se vuelve rápido y se logran resultados de una manera eficiente, la atención se enfoca en las partes importantes y no al funcionamiento de la interfaz, ya que esta es clara.

Al mismo tiempo teniendo todos los criterios en una sola hoja, se puede tener un panorama general de las oportunidades que el caso de estudio tenga en particular

Actualmente el bagaje de conocimientos en cuanto a las normas edificatorias y certificaciones se hace presente, ya que existe una gran demanda de especialistas que conozcan los métodos de evaluación o certificadores capacitados. Entre ellas la parte energética es la que tiene mayor peso para lograr una acreditación. Lo cual abre un panorama de futuros empleos. Por otro lado, también hacen falta profesionistas, “agentes” que conozcan las normas y posteriormente que conozcan los procesos de acreditación internacionales para sumergirse en los métodos que han sido exitosos para poder aplicar sus virtudes en un contexto mexicano.

El trabajo no termina aquí, parte de mi compromiso con la Universidad y con mi país, es difundir la información que se recabó por más de dos años. Así como la participación en proyectos de diseño, construcción, académicos, culturales y sociales en los que la aplicación de normas y criterios de evaluación estén involucrados con la intención de permear conocimiento entre las profesiones.

RECOMENDACIONES

Como parte de la investigación, la recopilación de información fue un trabajo difícil que implicó más tiempo del estimado. La mayoría del personal administrativo al conocer el proyecto trataba de apoyar haciendo los procedimientos más sencillos, sin embargo, siempre estuvo presente ciertas prácticas innecesarias que hacían triangular la información. La recopilación llevo su tiempo, pero todos los departamentos accedieron. En este caso en particular, no afectó directamente los resultados, sin embargo, es un área de oportunidad a trabajar con la UNAM. En ningún caso y por ninguna

circunstancia se debería entorpecer una investigación de campo, sobre todo cuando es un trabajo realizado con la única intención de aportar y colaborar en un proyecto en beneficio de todos.

Ciudad Universitaria también vive el problema del esfuerzo aislado, las dependencias no están vinculadas, incluso las administraciones de los edificios como Universum, desconocen los departamentos que manejan estrategias o proyectos de ahorro energético, la Facultad de Geografía trabaja actualizando los planos de Ciudad Universitaria pero tampoco está vinculada con el Departamento de Obras. Para poder generar un impacto, es necesario una coordinación y un proceso que facilite a los alumnos la información necesaria. Así mismo se necesita otro programa que lleve la logística previo a la aplicación del instrumento para que los directores o encargados de edificios se comprometan, le den importancia y permitan al personal realizar su trabajo de manera eficiente.

FUTURAS LINEAS DE INVESTIGACIÓN

- “Indicadores energéticos para Ciudad Universitaria hacia una certificación UNAM”
Base de datos para establecer benchmarks en una certificación UNAM.
- “Sistema de puntuación para cada categoría de certificación UNAM”
Establecer el sistema de calificación y asignación de pesos según las categorías de la certificación.
- “Instrumento de evaluación energética enfocado a fuerza y aire acondicionado hacia una Certificación UNAM”
Para complementar y crear una certificación más ambiciosa se necesitan estrategias para sistemas de fuerza y aire acondicionado.

BIBLIOGRAFÍA

- Ahmad, Muhammad Waseem, Monjur Mourshed, David Mundow, Mario Sisinni, and Yacine Rezgui. 2016. "Building Energy Metering and Environmental Monitoring - A State-of-the-Art Review and Directions for Future Research." *Energy and Buildings* 120. Elsevier B.V.: 85–102. doi: 10.1016/j.enbuild.2016.03.059.
- Ambiental, S. (n.d.). Diagnóstico ambiental.
- Anthony Carpi, Ph.D., Anne E. Egger, Ph.D, 2008, "Comparación en la Investigación Científica" *Visionlearning* Vol. POS-1 (5).
- Arup. (2014). *International Sustainability Systems Comparison*, (March), 1–71. Retrieved from http://www.arup.com/~media/Publications/Files/Publications/I/International_Sustainability_Systems_Report.ashx.
- Armando Barraón, 2008, "La crisis mexicana del petróleo en el escenario de precios altos del petróleo", *Razón y Palabra*, No. 64, ISSN-e 1605-4806, Ciudad de México
- Asamblea General. 1982. "Carta Mundial de La Naturaleza." <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/1/356/16.pdf>.
- Ayuntamiento de Jerez de la Frontera. 2011. "Diagnóstico Energético de La Biblioteca Pública Municipal Agustín Muñoz." Jerez de la Frontera, España.
- Baborska-narozny, M., Stevenson, F., Baker, J., & Valeriano, A. (2014). Usability Tool – accounting for understanding and usability in BPE.
- Barelli, L., and G. Bidini. 2004. "Development of an Energetic Diagnosis Method for the Buildings: Example of the Perugia University." *Energy and Buildings* 36 (1): 81–87. doi:10.1016/S0378-7788(03)00078-1.
- BCA. 2014. "3rd Green Building Masterplan," 1–16. <http://www.bca.gov.sg/GreenMark>.
- Bertocchi, Inti, Giovanni Fini, Maria Cristina Rubolino, and Simona Tondelli. 2011. "Sustainability Achievements in Building Regulations. the Example of Bologna." *Procedia Engineering* 21: 957–67. doi: 10.1016/j.proeng.2011.11.2100.
- Blakstad, S. (2010). Usability mapping tool. *CIB W111: Usability of Workplaces ...*, 124–136. Retrieved from http://www.cfm.dtu.dk/upload/centre/man_cfm/100907_cib_report_330.pdf#page=18
- Blok, Kornelis, Paul Hofheinz, and John Kerkhoven. 2015. "The 2015 Energy Productivity and Economic Prosperity Index: How Efficiency Will Drive Growth, Create Jobs and Spread Wellbeing throughout Society." *Lisbon Council Policy Brief* 9 (1).
- BP. 2016. "BP Statistical Review of World Energy - Full Report," no. June: 1–48.
- Brown, C., & Gorgolewski, M. (2014). Understanding the role of inhabitants in innovative mechanical ventilation strategies. *Building Research & Information*, 0(0), 1–13. <https://doi.org/10.1080/09613218.2015.963350>
- C., A, M., & Art, F. (2011). The status of energy efficient usage of smart materials in sustainable built environment in hot and dry climates (case study : Middle Eastern countries), 5, 340–345.
- Casar Marcos, Guillermo. 2013. "Edificación Sustentable En México." México, DF.
- CIBSE. 2012. "New CIBSE President David Fisk Calls for Benchmarking," no. August. <http://www.cibse.org/index.cfm?go=news.view&item=186>.
- Central Statistics Office. (2017). *Energy Statistics*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Centro de Estudios de las Finanzas Públicas. (2001). *Evolución y Perspectiva del Sector Energético en México (1970-2000)*, 1970–2000.
- CIBSE. (2012). *New CIBSE President David Fisk calls for Benchmarking*, (August). Retrieved from <http://www.cibse.org/index.cfm?go=news.view&item=186>

- Clima, E. L., & Claves, H. (n.d.). Cambio Climático : Implicaciones para el Sector Energético Ciencia Física del Cambio Climático.
- Colegio de ingenieros civiles de México A.C. 2016. “México Introduce La Certificación Sustentable BREEAM.” Obras Web. <http://cicm.org.mx/mexico?introduce?la?certificacion?sustentable?breeam>.
- Colorado, G., Grau, P. De, González, R. P., Magaña, V., Gill-Langarica, H. R., Mayek-Perez, N., ... Villaseñor, P. Z. (2015). Impactos del cambio climático en la distribución potencial de *Morus alba* L . en México * Impacts of climate change in potential distribution of *Morus alba* L . in Mexico Resumen Introducción. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 15(1), 2511–2521. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía. 2012. “Guía Para Elaborar Un Diagnóstico Energético En Inmuebles.” Ciudad de México.
- Conde Hernández, Raúl, Octavio González Castillo, and Enrique Mendieta Márquez. 2003. “Hacia Una Gestión Sustentable Del Campus Universitario.” Casa Del Tiempo - UNAM, 15–25.
- Conference, United Nations, and Human Environment. 2016. “Rio Declaration on Environment and Development the United Nations Conference on Environment and Development,” no. June 1992: 14–16.
- Congreso de la Unión. 2013. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental. México.: Cámara de diputados del H. Congreso de la Unión.
- Congreso de la Unión. 1992. “Ley Federal Sobre Metrología Y Normalización.” Diario Oficial de La Federación, México, D.F., 1 de Julio de 1992, no. Última reforma DOF 18/12/2015: 1–48. http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/130_181215.pdf.
- Congreso de la Unión. 2012. Ley General de Cambio Climático. México, DF. [file:///Users/Jordi/Documents/1.Articles/Mexican Government/Mexican Law on Climate Change 2012_lgcc.pdf](file:///Users/Jordi/Documents/1.Articles/Mexican%20Government/Mexican%20Law%20on%20Climate%20Change%202012_lgcc.pdf).
- Cortés, Alicia Odile. 2016. “El Reto Para México Es Contar Con Construcciones Sustentables.” Expansión., no. Construcciones sustentables: 2. Cortés, A. O. (2016). El reto para México es contar con construcciones sustentables. La Opinión, (Construcciones sustentables), 2.
- Copernicus Climate Change Service, ECMWF. <https://climate.copernicus.eu/>
- Dall’O’, Giuliano. 2013. Green Energy Audit of Buildings. Green Energy and Technology. Vol. 146. Milan, Italia.: Springer. doi:10.1007/978-1-4471-5064-0.
- Delgado, Gian Carlo. Gay, Carlos. Imaz, Mireya. Martínez, Amparo. 2010. México Frente Al Cambio Climático. Ciudad de México.: Universidad Nacional Autónoma de México. <http://www.pincc.unam.mx/DOCUMENTOS/CambioClim.pdf>.
- Dimosthenis A. Sarigiannis. (2014). Combined or multiple exposure to health stressors in indoor built environments. *World Health Organization Report for Europe*, (October), 82. Retrieved from http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0020/248600/Combined-or-multiple-exposure-to-health-stressors-in-indoor-built-environments.pdf?ua=1
- Dykes, Clare, and George Baird. 2014. “Performance Benchmarks for Non-Domestic Buildings: Towards User Perception Benchmarks.” *Building Research & Information* 42 (1): 62–71. doi:10.1080/09613218.2014.832103.
- Echeverría, Arturo. 2015. “Regulación Y Mecanismos de Apoyo En México Para La Eficiencia Energética En Edificios.” *Calidad Y Sustentabilidad En La Edificación*. CASEDI.
- Escobedo Izquierdo, Manuela Azucena. 2009. “Análisis Y Modelación Del Consumo de Energía Eléctrica En Edificios Universitarios Con Base a Usos Finales Y Parámetros Arquitectónicos: Caso UNAM-CU.” Universidad Nacional Autónoma de México.

- Escobedo, A., Briceño, S., Juárez, H., Castillo, D., Imaz, M., & Sheinbaum, C. (2014). Energy consumption and GHG emission scenarios of a university campus in Mexico. *Energy for Sustainable Development*, 18(1), 49–57. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2013.10.005>
- Fide, G. (2010). E Nergía E Léctrica De G Uatemala ” P Romotores De a Horro Y E Ficiencia De E Nergía Fix-Fierro, H., Flores, J., & Valadés, D. (2017). *Los mexicanos y su Constitución. Tercera Encuesta Nacional de Cultura Constitucional. Los mexicanos vistos por sí mismos. Los grandes temas nacionales* (Vol. 3). Retrieved from http://www.losmexicanos.unam.mx/MexicanosConstitucion/pdf/Mexicanos_Constitucion.pdf
- E Léctrica M Ódulo I : Curso – Taller Promotores De Ahorro Y Eficiencia, 1–67.
- Gawande A, El efecto checklist, Antoni Bosch, 2011, ISBN: 9788495348562
- García, Sergio Beltrán, Lucie Kochova, and Giuseppe Pugliese. 2010. *Uso de La Energía En Los Edificios Manual Para Estudiantes*. ES 1.2. Europa.: Intelligent Energy Europe.
- Garza Galván, Silvia. 2016. “Informe de actividades de la delegación mexicana del senado de la república durante el 21er período de sesiones de la conferencia de las partes (COP21) de la convención marco de las naciones unidas sobre cambio climático (CMNUCC), y el 11º período de sesiones de la conferencia de las partes del protocolo de Kioto (CMP11); así como también en eventos paralelos realizados del 30 de noviembre al 11 de diciembre de 2015 en París, Francia”. Comisión Especial de Cambio Climático,” 1–110
- Gobierno de la República. 2013. “Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018.” *Zhurnal Eksperimental’noi I Teoreticheskoi Fiziki*, 183. <http://pnd.gob.mx/>.
- Gómez, C., & De León, E. (2012). Método Comparativo. *Métodos Y Técnicas Cualitativas Y Cuantitativas Aplicables a La Investigación En Ciencias Sociales*, 5, 223–251. Retrieved from <http://eprints.uanl.mx/9802/1/EstudioComparado.pdf>
- Gonzalez, Alfonso, 1992, “Las luchas ecológico- sociales en México: ¿hacia dónde?, *Econolgia porlitica*, no. 3, pag. 35-50
- Goretti, Silvia. 2013. “Certificación de Edificios Verdes En México, LEED O+M Y Otros Sistemas.” Universidad Nacional Autónoma de México.
- Guerrero, Ana. 2016. “Instalan Biorrefinería Que Genera Biocombustibles a Partir de Microalgas Y Aguas Residuales.” *Agencia Informativa Conacyt* 2016: 4.
- Hauge, Å. L., Thomsen, J., Berker, T., shild Lappegard Hauge, Thomsen, J., & Berker, T. (2011). User evaluations of energy efficient buildings: Literature review and further research. *Advances in Building Energy Research*, 5(November 2014), 109–127. <https://doi.org/10.1080/17512549.2011.582350>
- Héctor, Jesús, Hernández López, Rafael León Velázquez, and Armando Ambrosio López. 1999. “Diagnóstico Energético Y Elaboración de Propuestas de Uso Eficiente de Energía Eléctrica Para Una Institución Educativa.” *Impulso, Revista de Electrónica, Eléctrica Y Sistemas Computacionales.*, no. 644: 7.
- Hernández, Agustín. 2013. *Manual de Diseño Bioclimático Urbano*. Braganca, Portugal.: Instituto Politécnico de Braganca. http://oa.upm.es/15813/1/2013-BIOURB-Manual_de_diseno_bioclimatico_b.pdf.
- Hernández, Murillo, and Carlos Omar. 2015. “Tesis: Tesis: Certificación de Eficiencia Energética En Edificios No Residenciales.” Universidad Nacional Autónoma de México.
- Huelsz, Guadalupe, and Antonio Sierra. 2013. “Hacia Edificaciones Más Sustentables.” *Revista Digital Universitaria*, September. <http://www.revista.unam.mx/vol.14/num9/art29/art29.pdf>.
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). 2011. *Guía Práctica de La Energía. - Consumo Eficiente Y Responsable*. Madrid: Gobierno de España. www.idae.es.

- International Energy Agency. 2010. Energy Technology Perspectives: Scenarios & Strategies To 2050. International Energy Agency (IEA) Publications. doi:10.1049/et:20060114.
- IPCC. 2014. “Cambio Climático 2014. Impactos, Adaptación Y Vulnerabilidad - Resumen Para Responsables de Políticas.” Contribución Del Grupo de Trabajo II Al Quinto Informe de Evaluación Del Grupo Intergubernamental de Expertos Sobre El Cambio Climático., 34. https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/ar5_wgII_spm_es.pdf.
- Jaureguiberry, Pablo. 2012. “Hacia Un Modelo Energético Sostenible Para Los Países Del Golfo Mediante El Estudio de Un Caso Práctico En Los Southern Biomes (Oman Botanical Garden).” Universidad Politecnica de Catalunya.
- Kats, Gregory H. 2003. Green Building Costs and Financial Benefits Massachusetts Technology Collaborative 2–5.
- Keith, A. (2008). Usability of workplaces. *Symposium (Canadian Journal of Continental Philosophy / Revue Canadienne de Philosophie Continentale)*, 12(1), 44–66. Retrieved from http://www.let.archi.fr/IMG/pdf/rapport_Light_W111_Pub.pdf
- Lam, Joseph C. 2000. “Energy Analysis of Commercial Buildings in Subtropical Climates.” *Building and Environment* 35 (1): 19–26. doi:10.1016/S0360-1323(98)00067-5.
- Lazos, Rubén. 2014. “Programa de Certificación de Edificios Sustentables (PCES).” México, DF.
- Leaman, Adrian, Fionn Stevenson, and Bill Bordass. 2010. “Building Evaluation: Practice and Principles.” *Building Research & Information* 38 (March 2012): 564–77. doi:10.1080/09613218.2010.495217.
- Lim, Yaik-Wah, Sediadi Eka, Shahsavari Fatemeh, and M.N.A Noor Fazlenawati. 2016. “Building Information Modelling for Building Energy Efficiency Evaluation Integration with Green Building Index (GBI) in Malaysia Yaik-Wah.” 4th Annual International Conference on Architecture and Civil Engineering (ACE 2016), no. Ace: 42–48. doi:10.5176/2301-394X.
- López Lorenzo, M. (2017). Certificación energética de un edificio universitario existente, 1–137. Retrieved from <https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/24358/1/TFG-I-618.pdf>
- Lynn R Kahle, Eda Gurel-Atay, 2015. *communicating sustainability for the green economy*, rouledge, ISBN: 1317474015, 9781317474012
- M, A. U. N. A., & Baker, J. (2016). Evaluating the usability of control interfaces in university campus buildings :, (July).
- M A, and Faculty Art. 2011. “The Status of Energy Efficient Usage of Smart Materials in Sustainable Built Environment in Hot and Dry Climates (Case Study: Middle Eastern Countries)” 5: 340–45.
- Macías, M., and J. García Navarro. 2010. “Metodología Y Herramienta VERDE Para La Evaluación de La Sostenibilidad En Edificios.” *Informes de La Construcción* 62 (517): 87–100. doi:10.3989/ic.08.056.
- Maldonado Ramallo, Mauricio. 2011. “Estudio Comparativo de Certificaciones ‘Green Building’ En Edificios, Para La Elaboración de Un Modelo Inicial Para América Del Sur.” Universidad Politecnica de Catalunya.
- Menezes, Anna Carolina Kossmann de, Richard A. Buswell, Andrew Cripps, and Dino Bouchlaghem. 2013. “Benchmarking Small Power Energy Consumption in UK Office Buildings: A Review of Data Published in CIBSE Guide F.” *Building Services Engineering Research and Technology* 34 (1): 73–86. doi:10.1177/0143624412465092.
- Miranda González, Francisco J., Antonio. Chamorro Mera, and Sergio. Rubio Lacoba. n.d. “Clarificando El Concepto de Certificación: El Caso Español.” 0–15.
- Mondial, C., Gie, D. E. L. É., Kim, Y. D., Birnbaum, L., Ward, G., & Frei, C. (2013). Recursos energéticos globales.

- Morillón, David. 2011. "Edificación Sustentable En México: Retos Y Oportunidades." *Ai México*, 1–41.
- Naciones Unidas. 1992. "Declaración De Rio Sobre El Medio Ambiente Y El Desarrollo," [http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/riodeclaration.htm%5Cnhttp://www10.iadb.org/intal/intalcdi/PE/CM 2012/11109.pdf](http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/riodeclaration.htm%5Cnhttp://www10.iadb.org/intal/intalcdi/PE/CM%2012/11109.pdf).
- Naciones Unidas. 1987. "Informe de La Comisión Mundial Sobre Medio Ambiente Y El Desarrollo: Nuestro Futuro Común." Documentos de Las Naciones, Recolección de Un.<http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Informe+de+la+comision+mundial+sobre+el+medio+ambiente+y+el+desarrollo.+nuestro+futuro+comun#5>.
- Ng, B. H., & Akasah, Z. A. (2013). Post occupancy evaluation of energy-efficient buildings in tropical climates-Malaysia. *Archnet-IJAR*, 7(2), 8–21.
- Nottingham, T., & User, N. E. (2016). Rethinking of Design Excellence via Building Performance.
- ONU. (1987). *Protocolo de Montreal Relativo a las Substancias que Agotan la Capa de Ozono. Serie de Tratados de las Naciones Unidas vol. 1522, n° 1 - 26369*. Retrieved from [https://treaties.un.org/doc/Publication/UNTS/Volume 1522/volume-1522-I-26369-English.pdf](https://treaties.un.org/doc/Publication/UNTS/Volume%201522/volume-1522-I-26369-English.pdf)
- ONU. 2000. "Carta de La Tierra." ONU 4: 5. http://earthcharter.org/invent/images/uploads/echarter_spanish.pdf.
- Peter Bonner, A. I. y, & Holloway, G. (2010). Organismos Nacionales de Normalización en Países en Desarrollo. *Progresar Rapidamente*, 88.
- Quiñónez Fernández, M. V. (2014). *Uso de la fibra de coco como sustrato*. Universidad Rafael Landívar.
- Ramlakhan, D. (2006). Biodegradable Fibrous Thermal Insulation. *Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering*, 2005–2007. <https://doi.org/10.1590/S1678-58782006000100005>
- Routio, Pentti. 2007. "Métodos de investigación den la universidad de Arte y Diseño", Guía a la investigación y al desarrollo. Obtenido de: <http://www2.uiah.fi/projects/metodi/> ultimo acceso 30 de marzo del 2017. Helsinki.
- Reeder, Linda. 2010. *Guide to Green Building Rating Systems*. United States: John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- Salas, Hermilo. 2014. "La Polivalencia En La Certificación de La Arquitectura Sustentable." Universidad Nacional Autónoma de México.
- Sánchez, Deiscy Elizabeth. 2014. "Parametrización Del Comportamiento Térmico de La Envolvente de La Vivienda Para La Certificación de Edificios Sustentables." Universidad Nacional Autónoma de México.
- Santiago Cruz, Ivonne. 2004. "Normalización Energética En Las Edificaciones." Universidad Nacional Autónoma de México.
- Schiller, Silvia, Vanessa Gomes da Silva, Norman Goijberg, and Cesar Treviño. 2003. "Edificación Sustentable: Consideraciones Para La Calificación Del Hábitat Construido En El Contexto Regional Latinoamericano." *Avances En Energías Renovables Y Medio Ambiente*. 7: 13–18.
- Secretaría de Economía. 2013. *Norma Mexicana Nmx-Aa-164-Scfi-2013 Edificación Sustentable - Criterios Y Requerimientos Ambientales Mínimos*. México, Df.
- Secretaría de Energía. 2001. *NOM-008-ENER-2001. Norma Oficial Mexicana. Eficiencia Energética En Edificaciones, Envolvente de Edificios No Residenciales*. Ciudad de México.
- Secretaria del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal. 2008. *Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables*. Gaceta Oficial Del Distrito Federal. Ciudad de México.: Libros Blancos.
- SENER. 2003. "Balance Nacional de Energía 2002," 184.

- SENER & CONUEE. 2009. "Metodologías Para La Cuantificación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero Y de Consumos Energéticos Evitados Por El Aprovechamiento Sustentable de La Energía." Comisión Nacional Para El Uso Eficiente de La Energía, 33.
- Stephen P. A. Brown, 2008, Raghav Virmani and Richard Alm. "Crude Awakening: Behind the Surge in Oil-Prices", *Economic Letter—Insights from the Federal Reserve Bank of Dallas*, Vol. 3, No. 5, Federal Reserve Bank of Dallas.
- Shu-yang, Fan, Bill Freedman, and Raymond Cote. 2004. "Principles and Practice of Ecological Design." NRC Research Press 12: 97–112. doi:10.1139/A04-005.
- Smith, Timothy M, Miriam Fischlein, Sangwon Suh, and Pat Huelman. 2006. "Green Building Rating Systems: A Comparison of the LEED O+M and Green Globes Systems in the US." Report Retrieved on 4 (September): 61. http://www.nlcpr.com/Green_Building_Rating_UofM.pdf.
- Sur, La Frontera, and M A Emilia Paz. 2012. "Universidad Nacional Autónoma de México" 47 (1).
- Tejera Oliver, José Luis. 2013. "La Contribución de Las Normas Internacionales de La Serie ISO 50000 a La Eficiencia Energética," no. Canales de mecánica y electricidad.: 22.
- Treviño, Silvia. 2014. "¿Cómo Hacer Operativas Las Metas Nacionales En Materia de Crecimiento Verde Desde El Ámbito de La Edificación Sustentable? En El Taller Internacional: La Envolvente de La Vivienda Como Elemento Clave Para La Eficiencia Energética En Viviendas de Clima Cál." SEMARNAT. Ciudad de México.
- U.S. Green Building Council. 2009. With Global Alternative Compliance Paths. Washington DC.: U.S. Green Building Council.
- UNAM. 2014. "Distintivo Ambiental UNAM," 16. http://www.ecopuma.unam.mx/PDF/SECCIONES/DISTINTIVOAMBIENTAL/Informe_distintivo_ambiental.pdf.
- Universidad Nacional Autónoma de México. 2011. Lineamientos En Materia de Construcción Sustentable. Ciudad de México.
- UNRN. (2013). Evaluación Del Impacto Ambiental. *Universidad Nacional de Rio Negro*, 4. Retrieved from <http://unrn.edu.ar/blogs/matematical1/files/2013/04/5º-Matriz-de-Leopold-con-plantilla.pdf>
- Vallejo Aguirre, Víctor Manuel. 2013. "Multidisciplina, Revista de La Facultad de Estudios Superiores Acatlán." *Journal of Chemical Information and Modeling* 53: 1689–99. doi:10.1017/CBO9781107415324.004.
- Velasquez, L., Murguía N., Sánchez M., "Deterring Sustainability in higher education institutions" en *Int Sustain Higher Educ*, núm 6, 2005, pág. 383-391
- Yu, Philip C H, and W. K. Chow. 2001. "Energy Use in Commercial Buildings in Hong Kong." *Applied Energy* 69 (4): 243–55. doi:10.1016/S0306-2619(01)00011-3.
- Zhou, Yu. 2015. "State Power and Environmental Initiatives in China: Analyzing China's Green Building Program through an Ecological Modernization Perspective." *Geoforum* 61. Elsevier Ltd: 1–12. doi: 10.1016/j.geoforum.2015.02.002.
- Yuan, A., Yue, Q., Apprey, V., & Bonney, G. E. (2010). Global pattern of pairwise relationship in genetic network. *Journal of Biomedical Science and Engineering*, 3(10), 977–985. <https://doi.org/10.4236/jbise.2010.310128>

ANEXOS

OFICIOS



PROGRAMA DE MAESTRÍA Y
DOCTORADO EN ARQUITECTURA

Maestría en Arquitectura
Campo de Conocimiento Tecnologías

Oficio: PMDA/Tec/17/2017
Asunto: Solicitud de información

ING. MARIO ALBERTO UGALDE SALAS
Director de conservación de la D.G.O y C. de
la UNAM

Atn.
GABRIEL MARTÍNEZ MUÑOZ
Coordinador de servicios electromecánicos
de la D.G.O. y C.
Presente

Por medio de la presente le informo que la alumna **Diana Lucía Amador Cruz** con número de cuenta **517015702**, cuyo comprobante de registro académico se anexa a este documento, actualmente cursa la Maestría en Arquitectura en el Programa de Maestría y Doctorado en Arquitectura de la UNAM. Como parte de la investigación que se encuentra realizando actualmente con el tema "CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA UNAM" en el que a través del análisis comparativo de los sistemas de certificación, normas mexicanas y casos de estudio UNAM, se generará un método de evaluación energético de competencia mundial que determinará la eficiencia en edificaciones y definirá criterios para edificios nuevos. Para determinar los indicadores específicos, se solicitan los consumos energéticos de todos los edificios de Ciudad Universitaria. Es importante obtener estos datos ya que sobre éstos se realizará un análisis para la selección del edificio en el que se realizará la validación del producto. Es por este motivo que se le solicito su apoyo y autorización para que el departamento correspondiente otorgue los PPU'S de todos los edificios de Ciudad Universitaria, así como la información actual de la cantidad de edificios dentro de ciudad universitaria y su tipología o similar. Le solicito de la manera más atenta, sea tan amable de facilitar la información requerida a la alumna con las reservas que usted imponga. Cabe mencionar que toda la información otorgada será utilizada solo para fines académicos y de investigación, incluyendo el documento resultado de dicho trabajo.

Quedo a sus órdenes sobre cualquier duda o aclaración respecto a ésta solicitud.

Agradeciendo de antemano su atención, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Ciudad Universitaria, Ciudad de México a 28 de junio de 2017
EL RESPONSABLE DEL CAMPO DE CONOCIMIENTO TECNOLÓGÍAS

COORDINACIÓN DE SERVICIOS
ELECTROMECÁNICOS
TALLERES DE CONSERVACIÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE
OBRAS Y CONSERVACIÓN
U.N.A.M.

MTRO. EN ARQ. ARTURO VALERIANO FLORES

c.c.p. Coordinación del Programa de Maestría y Doctorado en Arquitectura
Diana Lucía Amador Cruz, Estudiante de la Maestría en Arquitectura
Archivo

ANEXO: Comprobante de registro académico de la alumna.

AVF/rcc



2017 JUN 30 10 11 AM

DIRECCIÓN GENERAL DE
OBRAS Y CONSERVACIÓN
U.N.A.M.



Indicador de Posgrado J-109- Primer piso - Circuito de Posgrados s/n - Ciudad Universitaria, C.U. Del Coyoacán - C.P. 04510 Tel: 56237000 Ext: 8147 7

Anexo. 1 Solicitud de información a dirección de conservación de la D.G.O y C. de la UNAM.

PROGRAMA DE MAESTRÍA Y
DOCTORADO EN ARQUITECTURA

Maestría en Arquitectura
Campo de Conocimiento Tecnologías

Oficio: PMDA/Tec/18/2017
Asunto: Solicitud de información



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

DR. MANUEL SUÁREZ LASTRA
DIRECTOR DEL INSTITUTO DE GEOGRAFÍA DE LA UNAM
Presente

Por medio de la presente le informo que la alumna **Diana Lucía Amador Cruz** con número de cuenta **517015702**, cuyo comprobante de registro académico se anexa a este documento, actualmente cursa la Maestría en Arquitectura en el Programa de Maestría y Doctorado en Arquitectura de la UNAM, con la investigación titulada **"CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA UNAM"**.

Como parte de las actividades inherentes a ésta investigación, es importante obtener información actualizada de los edificios que componen Ciudad Universitaria, así como la caracterización en base a la tipología de edificaciones del campus o información similar disponible.

Es por este motivo que se le solicito su apoyo y autorización para que se le facilite la información requerida a la alumna con las reservas que usted imponga. Cabe mencionar que toda la información otorgada será utilizada solo para fines académicos y de investigación, incluyendo el documento resultado de dicho trabajo.

Quedo a sus órdenes para cualquier duda o aclaración respecto a ésta solicitud.

Agradeciendo de antemano su atención, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Ciudad Universitaria, Ciudad de México a 28 de junio de 2017
EL RESPONSABLE DEL CAMPO DE CONOCIMIENTO TECNOLOGÍAS

MTRO. EN ARQ. ARTURO VALERIANO FLORES

c. c. p. Coordinación del Programa de Maestría y Doctorado en Arquitectura
Diana Lucía Amador Cruz, Estudiante de la Maestría en Arquitectura
Archivo

ANEXO: Comprobante de registro académico de la alumna.

AVF/rcc

Unidad de Posgrado J-109, Primer piso, Circuito de Posgrados s/n - Ciudad Universitaria, C.U. Del Coyoacán, C.P. 04510 Tel. 56237000 Ext. 8047





2018 FEB 21 PM 12: 20

PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN ARQUITECTURA

Maestría en Arquitectura
Campo de Conocimiento Tecnologías

Oficio: PMDA/Tec/15/2018

Asunto: Solicitud de aplicación de instrumento de medición

DR. CESAR AUGUSTO DOMÍNGUEZ PÉREZ-TEJADA
DIRECTOR GENERAL
DIRECCIÓN GENERAL DE DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA - UNIVERSUM
PRESENTE

En referencia al seguimiento y continuidad del análisis del consumo de energía eléctrica de los edificios participantes en el Macroproyecto Transdisciplinario "La Ciudad Universitaria y la Energía", se desarrolló el proyecto de "Caracterización energética de edificios de Ciudad Universitaria" iniciando en el año 2009 con seguimiento en el 2016 con el oficio PAEFI-85-16 (anexo). Como parte de la investigación desarrollada por la alumna **Diana Lucía Amador Cruz** bajo el título "Instrumento de evaluación energética en ciudad universitaria, hacia una certificación UNAM", actividad inherente a sus estudios de Maestría en el Campo de conocimiento Tecnologías, del Programa de Maestría y Doctorado en Arquitectura, bajo la dirección de la **Dra. Dolores Ana Flores Sandoval**. Se ha desarrollado un instrumento que tiene el propósito de facilitar la realización de un diagnóstico energético, cuya finalidad es determinar mejoras y lograr metas establecidas en materia de eficiencia energética en Ciudad Universitaria.

A manera de antecedente, durante el periodo 2016-2017 se llevó a cabo en el Museo de la Ciencias UNIVERSUM una parte del diagnóstico denominado: *"Censo de iluminación y medición eléctrica"*, por lo que se requiere retomar las actividades para concluir dicho análisis. En este caso, las actividades correspondientes a la realización del diagnóstico de energía serán retomadas por el Posgrado de Arquitectura, bajo la supervisión de la **Dra. Azucena Escobedo Izquierdo**. Como parte de la investigación y con la intención de comprobar la validez del instrumento desarrollado, es necesario aplicarlo en un caso de estudio, del tal forma que, en conjunto con la Dra. Escobedo quien dirige la parte práctica del instrumento; se tomó la decisión de ejecutarlo nuevamente en las instalaciones de UNIVERSUM.

Por tal motivo, solicito de la forma más atenta su apoyo y del personal a su digno cargo, para que se le pueda brindar acceso y las facilidades a la Arq. Diana Lucía Amador Cruz para poder aplicar el instrumento a partir del **26 febrero con fecha de conclusión 01 julio 2018**

Sin otro particular, agradezco de antemano su atención y me pongo a sus apreciables órdenes para cualquier aclaración respecto esta solicitud. Aprovecho la oportunidad para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Ciudad Universitaria, Ciudad de México a 20 de febrero de 2018
EL RESPONSABLE DEL CAMPO DE CONOCIMIENTO TECNOLÓGÍAS

MTR. EN ARQ. ARTURO VALERIANO FLORES

Anexos: Oficio PAEFI-85-16
Comprobante de inscripción de la alumna



Unidad de Posgrado J-109 Primer piso, Circuito de Posgrados s/n - Ciudad Universitaria, C.U. Del. Coyoacán. C.P. 04510 Tel. 56237000 Ext. 80407

Anexo. 3 Solicitud de acceso dirección general de la divulgación de la ciencia- UNIVERSUM

EVIDENCIAS

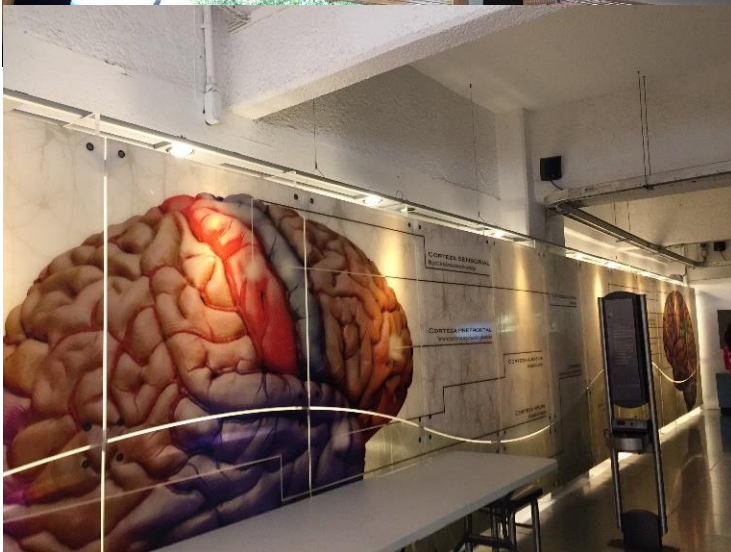
UNIVERSUM EDIFICIO A



Fotografía. 3 edificio A: tercer nivel. Iluminación Natural.



Fotografía. 2 Edificio A. Restaurante.

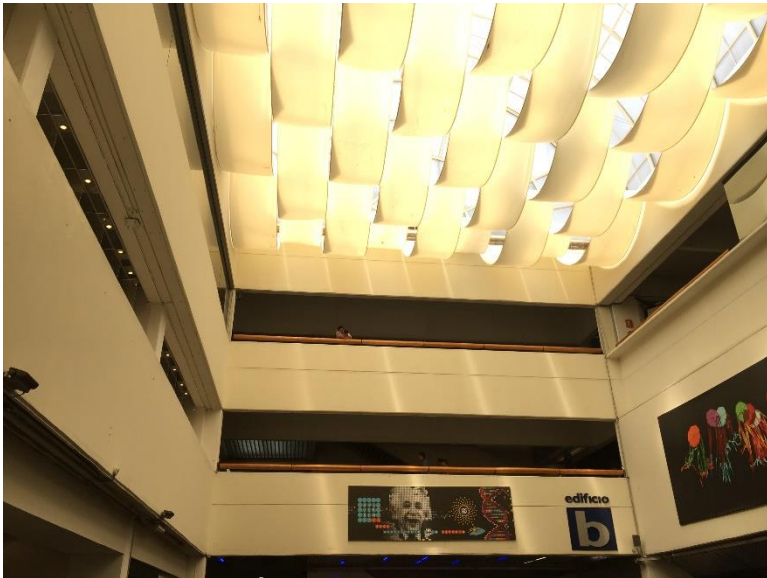


Fotografía. 1. Edificio A. Sala del Cerebro.

UNIVERSUM EDIFICIO B



Fotografía. 6 Edificio B. Vista a explanada, acceso principal.



Fotografía. 5 Edificio B. Iluminación Natural.



Fotografía. 4. Edificio B. Oficinas Administrativas.

UNIVERSUM EDIFICIO C



Fotografía. 7. Edificio C. Exposición.



Fotografía. 8 Edificio C. Exposición



Fotografía. 9 Edificio C. Oficinas.

CASITA DE LAS CIENCIAS



Fotografía. 11. Casita de las ciencias . Sala Astronomía.



Fotografía. 10. Casita de las ciencias. Pasillo Planta Baja Oficinas



Fotografía. 12 Casita de las ciencias. Pasillo área de talleres.

ENTREVISTA

entrevistador: Arq. Diana Lucía Amador Cruz - **DA**

entrevistado: Biol. Ramón Barreto – **RB**

DA: en términos generales qué me puede comentar acerca de la infraestructura del Universum, desde que tiene su cargo como subdirector.

RB : Lo que es muy importante que tu conozcas y consideres para tu análisis, es que Universum, el edificio como tal no fue diseñado para ser un museo, es decir, tu vas a papalote y ya lo hicieron así, vas a otros museos y los construyen desde la nada hasta que cortas el listón. Con una idea muy clara de qué espacios bodegas u oficinas etcétera, aquí no, aquí tuvieron que adaptar este edificio, este edificio que tiene cuatro conjuntos: el A, B, C y el D, junto con la casita, eran las oficinas del Conacyt, de hecho, la casita, edificio chiquito que está aquí a lado era la guardería para los trabajadores, su CENDI, para ellos.

A través de varias gestiones, de hecho, el museo se iba a construir más hacia la zona cultural, pero por una serie de situaciones, termina habilitándose aquí, se da en donación el edificio, y la UNAM comienza a construir todo esto aquí.

Esto es importante considerar, si tu recorres el museo por fuera, vas a ver puedes tener una idea clara de donde esta el piso, y como los entrepisos, que se llaman repisones, aquí les dicen así, en realidad eran ventanales, como los que están aquí afuera, y había muchas macetas, no había techos, no había estos domos, y la parte de en medio eran jardines, entonces todo eso se ha ido habilitando de cierta manera para convertirlo en museo. Digamos que, a grandes rasgos, te podría hablar de 2 a 3 momentos importantes en UNIVERSUM:

1. Cuando se inaugura, con las instalaciones y con el edificio como estaba, habilitarlo poner muros falsos, pasillos, con la idea de albergar las exposiciones permanentes de Universum, se consideran bodegas, pero para aquellos entonces 1992, no se consideraban bodegas tan grandes, tú sabes, bueno que el MUAC, tiene unas puertas enormes, por si entra un elefante o una cajita de este tamaño. Aquí todo eso en el momento no se consideró, hubo ciertas limitantes
2. Arranca Universum, se consolida como un museo icónico, como un museo referente,

DA. ¿Y siempre fue dedicado a la ciencia?

RB: Sí, desde su origen siempre fue un museo dedicado a las ciencias, a lo largo de estos 25 años ha tenido vertientes que van a las ciencias sociales ahora las estamos considerando mucho, hacia el arte, la cultura, etcétera, para no quedarnos con las ciencias puras, de tal manera que ese es

un momento importante, posteriormente 2008, 2009, comienza una etapa de renovación del museo. Tu sabes que se esa parte implica mucho recurso económico, se logra concretar una renovación de aproximadamente de un mas menos 60%, se renuevan 5 salas grandes, otras se renuevan en cuanto a temática, otras de plano surgen de la nada y te estoy hablando por ejemplo de la sala del cerebro, que fue la primera con la que arranco esta renovación, después llego la sala de R3, temas ahí de reciclaje, cuidado del ambiente, etcétera, una sala de química y una sala de salud y una sala de sexualidad, estos temas ya estaban anteriormente, solo se les dio un refresh museográficamente hablando, entonces surgen estas, y eso implica un cambio en la museografía, un cambio en el diseño de los espacios y demás,

3. Momento en donde estamos trabajando la maestra Gaby y yo, con expertos en museos, para una renovación integral del museo, estamos trabajando en una renovación que incluya por supuesto el interior del museo, toda la oferta, los espacios y el exterior, la fachada, estamos mejorando la entrada, se le dio un tratamiento por parte de la dirección de obras a la explanada, entonces, es un proyecto para renovar todo el museo.

DA: ¿Tienen muchísima afluencia, cierto?

RB: Si, es uno de los museos Top 10 de los museos mas visitados, mira en tamaño , competimos con el papalote, pero nuestra ubicación a veces no nos favorece del todo, al sur de la ciudad en este circuito que muchos no conocen te pierdes, te pasas y llegas a la salida a Cuernavaca, a diferencia de otros museos que son sumamente accesibles, tienen vías periférico, reforma.

DA: ¿Dentro de sus programas, no tienen algún apoyo? El puma bus a veces te apoya, pero tal vez desde metro o Metrobús o avenida del imán, en esta época de vacaciones, hay puntos clave para acceder..

RB: Fíjate que históricamente se ha tratado de abordar, pero, la UNAM es un poco compleja en ese sentido, porque son direcciones,

DA: permisos, accesos,

RB: sí , burocracia, y por ejemplo desde hace dos años, hemos estando solicitando, en periodo vacacional, la UNAM y la zona cultural se muere, y viene mucha gente a pasear en bicicleta, los perros, los niños, ahora que esta abierto el MUAC y UNIVERSUM, con lo que batallamos es que nos cierran la entrada de insurgentes.

RB: Recibimos alrededor de medio millón de visitas al año.

En un análisis autocrítico, tenemos que seguir impugnando por un museo mas limpio, funcional, por un museo que menos tenga menos equipos fuera de servicio, por áreas accesibles, no somos un museo completamente accesible, queremos transitar hacia allá, no

tenemos todas las cédulas en braille, en todos tienen rampas, un solo elevador, y hemos tratado de implementar otras medidas, tenemos un área de prevención de riesgos, que cuenta con un aparato que le llamamos la oruga, que se adapta a una silla de ruedas, para acceder al planetario, un departamento de atención al visitante, que están capacitados, para las visitas en lengua de señas, se les da sesiones a los anfitriones para trabajar. Entonces esos son los momentos importantes de Universum, en términos de lo que implica la infraestructura, esos son muy importantes.

Esto son administraciones, entra un director general, abajo del director general hay una serie de directores y de ahí para abajo toda una estructura operativa, es un poco como la política, cambia de director general, cambian las cabezas y hay movimientos. Parte de lo que la maestra y yo hemos tratado de hacer estos años, es conjuntar los esfuerzos que ha habido, no inventarnos hilos negros, tratar de conjuntar la experiencia y los saberes del personal y enfocarlos hacia el bien común, sin embargo, pues esto ya lo viste, son alrededor de 13 mil metros cuadrados de exposición y si juntas área de oficinas y demás son 25 mil m² aproximadamente de lo que es la DGDC, entonces mantener y operar es sumamente complicado, por que nuestras instalaciones además, parte de nuestro cableado ya es viejo, nuestro sistema de telefonía no ha colapsado de milagro, pero cablear todo esto, hemos hecho esfuerzo para en algunos casos poner acces point, pero por la configuración del edificio, hay zonas en las que no llega, en las esquinas hay zonas muertas, entonces estamos trabajando fuerte en ese sentido, buscando recursos, alianzas, se está formando un patronato para conseguir fondos, entonces también distinguir, que eso es importante para nosotros. Una cuestión es UNIVERSUM MUSEO, con sus áreas de exposición oficinas, bodegas, etc.

Otra cuestión son DGDC, divulgación de la ciencia, prácticamente es la biblioteca al fondo y el segundo piso área de oficinas dirección general y tercer piso donde están otros departamentos. Por que eso DGDC, no le corresponde a Universum, ni mantener ni operar ni nada. DGDC tiene cuatro direcciones, la dirección de Universum, museo de la luz, medios y dirección académica, entonces abajo del director general hay cuatro directores operativos. Entonces abajo de esos directores: Universum solo tiene una subdirección, museo de la luz tiene una subdirección, medios tiene 3 subdirecciones y la académica no tiene. Somos al redor de 500 personas trabajando en DGDC. Y un plantilla de mas de 200 anfitriones.

DA: Si esta separado DGDC de Universum, ¿funcionan independiente?

RB: hay departamentos o áreas que están dentro de Universum para la cuestión operativa del museo, Y hay otras unidades o departamentos que atienden a la DGDC desde un conjunto, una de ellas es por ejemplo Obras Civil, que depende de la unidad administrativa de la DGDC y obra civil le da mantenimiento a todo, como al museo , oficinas, casita , biblioteca. Unidad de computo es lo mismo atiende a todo.

DA: ¿Entonces son como dos núcleos independientes?

RA: de alguna manera todo termina en DGDC, por ejemplo, tu oficio, llego a Dirección General, de ahí ellos no te dieron respuesta inmediatamente, ellos lo que hicieron fue canalizarlo a Universum, aquí en Universum dijimos : si, y lo único que se hizo, fue un oficio contestando de que se le den las facilidades por que se va a hacer esto. Entonces Administrativamente nosotros atendemos esa parte, nada más informándolo. Si me dijeras que necesitas entrar con dos autobuses, entonces eso ya lo vemos con la administración. Para que gestionen. Invariablemente todo termina en la dirección general y el área administrativa que son los dos núcleos de los que dependemos todos los demás.