



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN ARQUITECTURA**

**Entidades participantes:
Facultad de Arquitectura**

**TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE
DOCTOR EN ARQUITECTURA**

**PRESENTA:
Mtro. en Arq. Guillermo Erik Hoyos Padilla**

TUTOR PRINCIPAL

**Dr. en Arq. Xavier Cortés Rocha
Facultad de Arquitectura de la UNAM**

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR

**Dra. en Arq. María Luisa Morlotte Acosta
Facultad de Arquitectura de la UNAM**

**Dr. en Arq. José Diego Morales Ramírez
Facultad de Arquitectura**

Ciudad de México, noviembre de 2023



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.

La eficiencia energética como herramienta para la preservación del patrimonio.

Se debe de concretar y establecer una estrategia de acciones y decisiones necesarias para lograr un desarrollo sostenible, ya no se pueden reciclar edificios o mutilarlos para dar cabida a nuevas construcciones, los edificios patrimoniales no sólo son los testigos de la evolución de una sociedad, también son parte de su presente y memoria en el futuro de la nación y sociedad que conforma, a estos inmuebles se les debe de respetar su historia, configuración, forma y materiales pero sobre todo, su dignidad.



Contenido

PREFACIO	6
EXORDIO	13
DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	17
DIFICULTADES DE LA PRESERVACIÓN DE LOS EDIFICIOS PATRIMONIALES.	17
FACTORES QUE AFECTAN A LA SALUD	21
CAPÍTULO 1	22
EL EDIFICIO PATRIMONIAL COMO EDIFICIO SUSTENTABLE	22
PROCEDIMIENTOS Y ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS.	23
MATERIALES	26
PASOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PRINCIPIOS BIOCLIMÁTICOS	31
METODOLOGÍA GENERAL PARA LA OBTENCIÓN DE UNA ARQUITECTURA SUSTENTABLE	33
DISEÑO DE ESTRATEGIAS DE AHORRO DE ENERGÍA Y ACCIONES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA	34
OBJETIVO	34
ALCANCES	34
ANTECEDENTES	36
DISPOSICIONES GENERALES	38
PLANEACIÓN DE UN PROYECTO DE RESTAURACIÓN INTEGRAL	39
DIAGRAMA DE ACCIONES A IMPLEMENTAR EN OBRA NUEVA	41
DIAGRAMA INTEGRAL DE ACCIONES	44
INDICADORES GENERALES PARA CONSEGUIR UNA ARQUITECTURA SUSTENTABLE.	45
VISIÓN EN EL DESARROLLO DE UN PROYECTO SUSTENTABLE.	47
ESQUEMA DE PRINCIPIOS DE DISEÑO SUSTENTABLE EN OBRA NUEVA.	49
VISIÓN EN EL DESARROLLO DE UN PROYECTO DE RESTAURACIÓN SUSTENTABLE.	53
ESQUEMA DE PRINCIPIOS DE DISEÑO SUSTENTABLE EN RESTAURACIÓN.	56
CAPÍTULO 2	57
ÁREA DE ESTUDIO	57
SITUACIÓN ACTUAL DE LOS EDIFICIOS DE VALOR PATRIMONIAL.	60



LA MEMORIA PERDIDA DE LA SOCIEDAD Y SUS CONSECUENCIAS.	64
HIPÓTESIS	67
OBJETIVO GENERAL	67
CAPÍTULO 3	73
LA CONSERVACIÓN DE LOS EDIFICIOS DE VALOR PATRIMONIAL Y LA PRESERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE.....	73
PROYECTO DE RESTAURACIÓN, LA APROXIMACIÓN SUCESIVA DEL OBJETO A LA SOSTENIBILIDAD.	73
ANÁLISIS DE APROXIMACIÓN AL OBJETO A RESTAURAR.	75
PLANOS DEL ESTADO ACTUAL	82
PLANOS DE PROPUESTA DE RESTAURACION	86
BALANCE DE CARGAS ELECTRICAS.	90
TABLEROS	92
BALANCE DE CARGAS	96
CAPÍTULO 4	99
LA APLICACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD EN LA RESTAURACIÓN EN LOS EDIFICIOS DE VALOR PATRIMONIAL.....	99
METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	101
SELECCIÓN DE TARIFA ELÉCTRICA.	104
TARIFA O-M	107
TARIFA H-M	110
CONSIDERACIONES PARA LA SELECCIÓN DE LA TARIFA ELÉCTRICA IDÓNEA	113
RECOMENDACIONES	114
EFICIENCIA ENERGÉTICA APLICADA A LA CONSERVACIÓN.	116
ESTUDIO DE IDONEIDAD TÉCNICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES	118
SISTEMA FOTOVOLTAICO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	119
CÁLCULO PARA ESTIMAR LA GENERACIÓN DE ENERGÍA DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO.	121
SELECCIÓN DE PANEL FOTOVOLTAICO.	123
EFICIENCIA DE PANEL FOTOVOLTAICO POR SU CONFORMACIÓN	129
COLECTOR SOLAR PASIVO PARA CALENTAMIENTO DE AGUA	145
ESPECIFICACIONES DE PROCALSOL	149
CÁLCULO PARA ESTIMAR EL NÚMERO DE COLECTORES SOLARES	150
EVALUACIÓN DE SISTEMAS PASIVOS DE CALENTAMIENTO DE AGUA	152
EJEMPLO DE APLICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y ECOTÉCNIAS A UN EDIFICIO.	160
RESULTADOS ESPERADOS EN LA IMPLEMENTACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y ENERGÍAS RENOVABLES A UN EDIFICIO PATRIMONIAL	165



CAPÍTULO 5

167

IDENTIFICAR LAS ÁREAS DE OPORTUNIDAD PARA LA MEJORA EN LA PRESERVACIÓN.	167
COSTO PARAMÉTRICO DE UNA OBRA EN RESTAURACIÓN.	189
COSTO DE PROYECTO DE RESTAURACIÓN INTEGRAL.	191
COSTO DE OBRA EN RESTAURACIÓN SIN IMPLEMENTACIONES EN EFICIENCIA ENERGÉTICA Y ENERGÍAS RENOVABLES	196
COSTO DE OBRA EN RESTAURACIÓN INTEGRAL	197
BENEFICIOS FISCALES	197
CONCLUSIONES	203

RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES

204

CONDICIONES DEL SITIO.	204
CONDICIONES EDILICIAS.	204
CONDICIONES ENERGÉTICAS DE OPERATIVIDAD.	205
CONDICIONES EN LA PRÁCTICA EN EL BUEN USO DE LA ENERGÍA.	206
OBSERVACIONES.	207
GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ABREVIATURAS	208
BIBLIOGRAFÍA	218
ÍNDICE DE IMÁGENES	220

“La arquitectura es el testigo insobornable de la historia, porque no se puede hablar de un gran edificio sin reconocer en él, el testigo de una época, su cultura, su sociedad, sus intenciones...”

Octavio Paz.¹

Prefacio

La preservación de la memoria tangible de una sociedad, es un derecho que la misma sociedad debe de defender, es parte de su transformación, así como su bien más valioso, nos ayuda a entender sus costumbres, sus valores sociales, sus símbolos afectivos y las relaciones la conforman como una sociedad única. Para lograr los objetivos de la preservación del patrimonio cultural de una sociedad se debe de entender como un todo, que se conforma de partes específicas, cada parte conlleva una serie de acciones que, en menor o mayor escala, al ser aplicadas pueden garantizar que no se pierda su historia.



Ilustración 1 Acciones de la preservación de la memoria tangible, Hoyos G. 2017

¹ Escritor mexicano (Ciudad de México 1914-1998); premio Nobel de Literatura de 1990, el primero concedido a un autor mexicano.

Acciones para la preservación de la memoria tangible.

Preservación

- Medidas cuyo objetivo es prevenir el deterioro de los inmuebles
- Antecede a las intervenciones de Conservación y/o restauración, procura que las alteraciones sean las menores
- Implica acciones continuas que mantengan en buenas condiciones al edificio.

Conservación

- Procedimientos técnicos para detener los mecanismos de alteración (bióticos ó abióticos) o impedir nuevos deterioros (Intervención mayor).
- Garantiza la permanencia del patrimonio arquitectónico a través de procedimientos y/ tratamientos sin que se pierda la condición original.
- Investiga el proyecto arquitectónico original, para establecer las partes originales y los añadidos que surgieron en el tiempo.

Restauración

- Restablece la unidad formal y la lectura original del proyecto arquitectónico.
- Recupera los valores tanto estéticos como históricos en los inmuebles patrimoniales y en sus partes.
- Reintegra al contexto cultural vigente y ayuda a su transición al futuro en su potencialidad

Mantenimiento

- Acciones que evitan el deterioro del inmueble, después de las acciones de Conservación y Restauración, se consideran como trabajos menores de conservación.

Definiciones del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH)

Conservación. Conjunto de operaciones interdisciplinarias que tienen por objeto evitar el deterioro del patrimonio cultural tangible y garantizar su salvaguarda para transmitirlos a las generaciones futuras con toda la riqueza de su autenticidad. La conservación se integra con acciones preventivas, curativas y de restauración.

Protección. Conjunto de acciones académicas, técnicas y legales que promueven la investigación, identificación (inventarios, catálogos y registros), conservación, resguardo, recuperación y difusión de los bienes culturales monumentales.

Mantenimiento. Conjunto de operaciones permanentes que permiten conservar la consistencia física de los bienes culturales, evitando que las agresiones antropogénicas, físicas, químicas y/o biológicas, aumenten su magnitud en demérito del patrimonio cultural.

Restauración. Conjunto de operaciones programadas que actúan directamente sobre el bien. Estas actividades se aplican cuando el patrimonio ha perdido parte de su significado o características originales y se interviene de manera científica y rigurosa para transmitirlo a las generaciones futuras con toda la riqueza de su autenticidad. La restauración es la actividad extrema de la conservación.²

Otras definiciones.

Conservación (Del lat. conservatio, -ōnis). Acción y efecto de conservar.³ Acción de mantener y preservar un objeto o costumbre de una sociedad, importante para la memoria colectiva de la misma, al conservar lo tangible e intangible de una sociedad, se permite a las nuevas generaciones la oportunidad de conocer sus raíces, la evolución de sus costumbres y entender su presente.

Dentro de las acciones de la conservación existe la Restauración de Monumentos, que se encarga de preservar la memoria tangible de una sociedad en constante evolución, que por ello, debe de mantener en lo posible a las edificaciones de esta sociedad en su estado original, no es la acción de preservar por preservar, se debe de acrecentar su tiempo de vida para las futuras generaciones de la sociedad donde se encuentre inmersa. Eugène Viollet Le Duc explica este razonamiento en su cita.

"Los monumentos de piedra o madera perecen; sería una locura al querer conservarlos tratando de prolongar su existencia en contra de las condiciones de la materia; pero lo que no puede y no debe de perecer, es el espíritu que ha hecho elevar estos monumentos, porque ese espíritu, es el nuestro, es el alma del país."⁴

En donde la ética del restaurador entra en conflicto con su quehacer arquitectónico, ¿Hasta dónde se debe de restaurar un monumento arquitectónico sin afectar su estado original?, a pesar de que cada caso es un problema particular, se debe de considerar el tratar de mantener lo más posible los elementos originales del monumento en beneficio del mismo y en este mismo pensamiento.

² Fuente: <https://www.inah.gob.mx/academia/definiciones-tecnicas>

³ Real Academia Española, Diccionario de la Lengua Española, lema.rae.es

⁴ Viollet Le duc, Eugène, Diccionario Razonado de Arquitectura Francesa del siglo XI al XVI, 1854-1868.

Viollet Le Duc hace una reflexión sobre la forma en que se debe de conservar un monumento, la dirección y resolución del problema ético del arquitecto al enfrentarse a un problema de restauración, se requiere de conocer y comprender el problema global de una obra, ya sea artística, de costumbre o arquitectónica, en la cual se debe de realizar un análisis de cada elemento aun cuando parezca insignificante, todo este análisis lleva a un razonamiento que hará posible un procedimiento de intervención, diseccionar el edificio en sus partes y estudiarlas como elementos aislados que conforman un conjunto, hará de una intervención en la que el restaurador no dejará su impronta y aún más, su ego impreso de un monumento que se convertirá en un testigo fiel de la época y vida de su sociedad, convirtiéndose en un "sitio" de referencia para la memoria colectiva.

Viollet Le Duc se refiere al restaurador en su razonamiento como aquella persona que tiene bajo su quehacer el conservar este espíritu, al hacer la reflexión que cita así.

...si él quiere, no solamente parecer sincero, sino acabar con su obra con la conciencia de no haber abandonado nada al azar y no haber arriesgado a engañarse a sí mismo.⁵

A lo que él razona como definición- *"Restaurar un edificio no es mantenerlo, repararlo o rehacerlo, es restablecerlo a un estado completo que puede no haber existido en un momento determinado."*

En "Entretiens sur L'architecture" del año 1893, donde se recoge su pensamiento respecto a la arquitectura, hace referencia a la moralidad del arte que es una, junto a la razón y defiende a ésta junto con la capacidad de sentir el arte como la forma de llegar a la verdad y lo bello, de manera que para mejorar las nuevas generaciones solo se puede conseguirla acostumbrándola a razonar. Los "antiguos", como los llamaba Viollet, habían llegado antes para hacer suyas las ideas simples y bellas y que los contemporáneos por esa atracción a lo bello se ven obligados a estudiar el por qué es bello el edificio, de dónde emana, para descubrir todos los secretos de esa atracción, desmenuzarla y comprender lejos de prejuicios.⁶

Añade que la reproducción de las formas del pasado no se pueden admitir pretéritos que nada tienen que ver con las del siglo XIX, aunque sea necesario rescatarlo no para reavivarlo si no para conocerlo y servirse de él con su estudio⁷.

⁵ Viollet Le duc, Eugéne, Diccionario Razonado de Arquitectura Francesa del siglo XI al XVI, 1854-1868. Tomo VIII, Pág. 34

⁶ Teoría de la arquitectura p. 346.

⁷ Vargas Salguero, Ramón; Viollet le Duc: Entretiens Sur L'Architecture, en Anales del Instituto de Investigaciones Estéticas, Vol XV, N°. 57, 1986, p. 204.

Esta crítica al historicismo⁸, tan en boga en su época, hizo que ni si quiera él cumplierse con estas premisas estrictamente, ya que sus restauraciones tan discutidas, se saltaron en ocasiones estas recomendaciones al querer llegar a rehacer el edificio, incluso cuando no estaba finalizado, o faltaban partes del mismo, lo que le sirvió para ser acusado de realizar falsos históricos. Respecto al estudio de los nuevos materiales, la investigación que Viollet estimaba debía hacerse de los materiales constructivos, era indispensable, debido a que éstos, son la base de cualquier arquitectura, lo que le llevó a experimentar con el hierro desde la mentalidad artesanal que se les suponía a los antiguos constructores y a su rigor constructivo.

Eugéne Viollet Le Duc, establece que se debe de restaurar un edificio para que las nuevas generaciones puedan reconocer en él su pasado y servirse del edificio para estudiar la manera de vida social que emane de él, reconociendo su belleza y materialidad, utilizaba para su restauración el uso de nuevas técnicas y materiales que ayudaban a su preservación. Sin embargo y en oposición a este pensamiento se encuentra el razonamiento de John Ruskin, londinense nacido en 1819 y fallecido en 1900, fue escritor, crítico y sociólogo. A lo largo de sus obras, imprimió la importancia que la religión y la moral aportaban a la arquitectura.

“Los antiguos edificios no son nuestros. Pertenecen en parte a los que los construyeron, y en parte a las generaciones que vendrán. Los muertos aún tienen algún derecho sobre ellos: aquello por lo que trabajaron...nosotros no tenemos derecho a destruirlo. Tenemos libertad de derribar lo que nosotros mismos hemos construido. Pero aquello por lo que otros hombres entregaron su fuerza, su salud y su vida, su derecho sobre ello, no acaba con la muerte”.⁹

Esta búsqueda de la verdad que refleja en una de las Lámparas, en “Las siete lámparas de la arquitectura”, la de la Verdad, exige honestidad constructiva, donde todo lo que no sea útil no debe existir, ya que la estructura, debe encontrar su utilidad en el conjunto del edificio, de no ser así, es un engaño y un aderezo sin sentido alguno, del mismo modo que la imitación de materiales auténticos no es aceptable por el engaño que supone a la vista.

Una imitación marmórea es una falsedad, así como pintar el material original en grandes superficies, ya que el tiempo, dejará a la vista el verdadero soporte, la piedra natural, y por ello mismo, el verdadero color de la arquitectura es el de la piedra pura con el que está construido.

⁸ Movimiento arquitectónico del siglo XIX y principios del XX, encargado de recuperar las formas en arquitectura de siglos pasados, dando lugar a diversos estilos tales como *neogótico*, *neomudéjar* o *neoegipcio* entre otros. También denominado *Eclecticismo* por añadir a la reelaboración de dichos estilos pretéritos, elementos contemporáneos.

⁹ Ruskin, John, *Las siete lámparas de la arquitectura*, 1989. Madrid, Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos de Murcia, p. 93.

Ese respeto por la verdad y amor por quienes legaron los edificios del pasado, le llevó a defender con vehemencia, no tocar los edificios, ya que en realidad su pertenencia, es de quienes los construyeron, y de las generaciones posteriores, de manera que su conservación, era una obligación moral para quienes convivían con ellos.

No había una verdadera metodología en sus ideas conservacionistas, era más una filosofía de conservación de trasfondo moral cuasi religioso, no daba pautas y métodos de restauración como harán posteriormente especialistas en la materia, la concepción ruskiniana es contemplativa, de ayuda al enfermo en su mantenimiento y llegando al extremo de conceder a la ruina como ente que nace, se desarrolla y muere, su conservación desde un espíritu poético, ya que la ruina es la transformación natural del edificio y nada puede frenarlo de golpe, aunque sí proporcionar herramientas que procuren que éste trance sea el menos traumático para el edificio sabiendo que este es su final natural o por lo menos es lo que debemos procurar a la construcción, un final digno sin imposturas.¹⁰

Jhon Ruskin establece que para la conservación del edificio no se debe de falsear en su recuperación, se debe de preservar lo existente y lo faltante no debe de reintegrarse, ya que se cae en la falsedad, porque no puede reintegrarse la materia ni la mano de obra utilizada en la concepción de la obra arquitectónica, por lo tanto, se mentiría a las nuevas generaciones al tratar de restituir lo no existente.

Estas dos posturas hacen de la restauración una materia difícil de comprender, lo que nos lleva a varias preguntas a responder:

- *¿Hasta qué punto se podemos restaurar un monumento sin afectar su estado original?*
- *¿Cómo no caer en un falso histórico?*
- *¿Debemos dejar que un edificio se pierda por los daños del tiempo para no mentir a las nuevas generaciones?*

El quehacer de un restaurador implica la solución a diversos problemas, tanto teóricos como técnicos y prácticos, se debe de conocer la historia del edificio, el procedimiento constructivo original, la mano de obra empleada en la elaboración de diferentes elementos y aplicada a diferentes materiales, la integración de elementos y materiales que ayuden a preservar el monumento, la calendarización oportuna de intervenciones al edificio, la administración de la obra; sin perder el objetivo de conservar el espíritu original del monumento.

¹⁰ Ruskin, John, Las siete lámparas de la arquitectura, 1989. Madrid, Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos de Murcia, p. 93.



La Restauración es una de las acciones de la Conservación que se relaciona con otras disciplinas como son la ingeniería, la química orgánica e inorgánica, biología, las ciencias en humanidades que se puede definir como el espacio en el que se desarrolla la vida de los seres vivos y permite la interacción de los mismos. Sin embargo, este sistema no solo está conformado por seres vivos, sino que también por elementos abióticos y artificiales.

Exordio

La tarea de una nación es preservar la memoria tangible de la sociedad que la conforma, la restauración de los edificios con valor patrimonial es conservar estos testimonios, el deber del arquitecto es poder conservar la materialización de lo intangible como es la vida misma de la sociedad y sus costumbres, se cuestiona el por qué conservar a los edificios "viejos", que no satisfacen las necesidades actuales de la sociedad presente, y se hacen las siguientes preguntas.

¿Por qué conservar a los edificios antiguos?.

La conservación de los edificios antiguos que contengan un valor por su uso, estilo artístico o por un momento histórico, son la memoria tangible de la historia de una sociedad, su evolución y la transformación de la vida de las personas a través del tiempo.

El destruir un edificio cual uso tuviere, se perdería, no sólo la materia con la cual está constituida, también parte de la historia de un pueblo, su expresión artística, modo de vida y ya que no habría documento tangible que registre las costumbres de una época determinada de la nación. Esta preocupación también se ve reflejada en organismos internacionales como el Banco Mundial, en donde se enfatiza que no deben de desaparecer los bienes culturales de una nación, como en el documento técnico, *“Administración de bienes culturales en el Banco Mundial, Proyectos asistidos en sitios arqueológicos, históricos, religiosos y naturales únicos .”*¹¹

En donde señala como. - *“Bienes culturales” es el término que la Organización de las Naciones Unidas emplea para denotar sitios arqueológicos (prehistóricos), paleontológicos, históricos, religioso, y naturales de valor único. Por lo tanto, comprenden desde los restos del antecesor del ser humano, capillas, campos de batalla, así como ambientes naturales únicos como barrancas y cascadas. La necesidad de preservar los bienes culturales, la herencia cultural del mundo consiste en ricos depósitos arqueológicos y paleontológicos fundamento para esclarecer vida en la tierra.*

¹¹ Goodland Roberto y Maryla Weeb, 1987 “The Management of Cultural Property in World Bank-Assisted Projects Archaeological, Historical, Religious, and Natural Unique Sites”,USA, World Bank Technical Paper Number 62, 102pp.

Las estructuras históricas nos dicen cómo nuestros antepasados vivieron y trabajaron, mientras que los sitios religiosos importantes -- de majestuosas capillas de madera más humildes que las catedrales -- son los símbolos de nuestra lucha, para entender el significado de la vida y nuestra relación a nuestro creador. Las maravillas naturales son también parte del patrimonio cultural del mundo.

¿Para qué conservar un edificio de valor patrimonial?

Los edificios son fieles testigos de las costumbres de la sociedad en su época de edificación, se pueden identificar como se desarrollaban sus actividades y como estas se fueron transformando con el paso del tiempo, también se reflejan en la arquitectura, la situación económica, social y cultural. *Los edificios de valor patrimonial deben de resguardarse del paso del tiempo, al restaurarse se cumple con una de las premisas de la conservación, que es, mantener en lo posible, el estado original de la edificación, por lo menos en la materia, de ser posible, se deberá utilizar el procedimiento constructivo empleado y la tradición en el uso de la mano de obra y los oficios que complementan este procedimiento.*

¿Para quién se deben de conservar los edificios de valor patrimonial?

La nación y su sociedad están obligados a preservar su historia para las nuevas generaciones que la conformen, es un derecho que tiene la sociedad el saber de dónde viene. También es el legado que se deja a las futuras generaciones, que nos demandarán nuestras acciones presentes, ya que afectaremos su historia. Ya en el primer diccionario de la lengua española en 1611, Sebastián de Covarrubias Orozco, en su tesoro de la lengua Castellana o española definía como patrimonio *“lo que el hijo hereda del padre”*.¹²

¿Cómo debe ser la conservación de un bien patrimonial?

La forma institucional de conservar históricamente se compone de los tres ejes históricos:

- *Estudio de zonas y monumentos*
- *Intervención autorizada en zonas y monumentos*
- *Difusión de los resultados*

¹² Tesoro de la lengua Castellana o Española; Facsimil de la obra original, Editorial Ediciones TurnerMex, México, DF, 1984.

La operación total depende de diez procesos de trabajo y son:

1. El estudio y delimitación de zonas
2. El catálogo nacional de monumentos
3. Los proyectos de restauración
4. La inspección en zonas y monumentos
5. La intervención autorizada de obras en zonas y monumentos
6. La asesoría, supervisión y dirección de obras de restauración
7. El Registro Público de Zonas y Monumentos
8. La investigación sobre zonas y monumentos
9. La documentación y archivo de todos estos procesos
10. La publicación y difusión de estas materias.

¿Qué es un proyecto de restauración?

El proyecto de restauración es la unidad teórica y metodológica para intervenir físicamente un monumento histórico, su elaboración da cuenta del conocimiento interdisciplinario más preciso que se tiene de la microhistoria de la finca, antes de iniciar la obra. Está expresado en conceptos escritos, imágenes que demuestran el fundamento de las explicaciones y los cálculos que confirman las probabilidades económicas y técnicas de su ejecución. Es el contexto de significación donde cualquiera de las fases de la acción en curso adquiere su sentido y permite el análisis de lo imprevisto.¹³

Expresa, documenta y ordena las acciones a realizarse durante el proceso de intervención al inmueble, el cual puede dividirse esquemáticamente en tres etapas fundamentales: diagnóstico, pronóstico y tratamiento, aunque esta subdivisión varía de acuerdo al estado de conservación, la dimensión de la obra, la calidad de la intervención y los recursos disponibles.

1. **Diagnóstico** se efectúa el levantamiento arquitectónico de materiales, fábricas, deterioros y alteraciones, contrastado por la historia documental del edificio.
2. **Pronóstico**, establecidas las causas de los procesos de deterioro, se elabora una gama de posibilidades para atender cada uno de los problemas planteados.
3. **Tratamiento**, está determinado en un Proyecto de intervención que especifica las operaciones de liberación, consolidación, reestructuración, reintegración, integración; también incluye el esquema de adecuación de usos a los espacios y un planteamiento inicial del calendario de mantenimiento.

¹³ Paz Arellano Pedro, 2005, Seminario de titulación II, Campo de Restauración.

¿Cuál es la situación de los edificios patrimoniales en la Ciudad de México?

Los edificios que fueron creados en la época del virreinato con un uso público o particular en la Ciudad de México, actualmente en su mayoría tienen un uso distinto al original, aunado a esta situación, se han modificado para dar cabida al nuevo uso, ya sea de oficinas, museografía, dependencias gubernamentales, comercio, archivos, etc...

Estas acciones han deteriorado y en algunos casos se ha perdido la morfología original del edificio, dañándose parte de la memoria tangible de la sociedad de la ciudad capital.

En algunos casos es lamentable que, para darle ese nuevo uso, el edificio sufrió modificaciones que no podrán ser reversibles, como es el caso del convento de Santa Catarina de Siena, el cual perdió parte del conjunto conventual y de la iglesia para albergar a la Antigua Escuela de Jurisprudencia y a la Escuela Nacional Preparatoria Número 2, quedando tan sólo algunos vestigios del conjunto original, al ser seccionada en siete partes.

Pero no sólo existe este problema, actualmente los espacios mutilados están cayendo en desuso por su alto mantenimiento y difícil adaptabilidad a las necesidades modernas, ya que las intervenciones para integrar las nuevas tecnologías en estos espacios requieren de un profesional de la restauración y no siempre se consulta con los expertos en instalaciones, provocando proyectos inconclusos y de alto costo que no siempre llegan a satisfacer las necesidades de los usuarios.

Si consideramos que el problema es el costo del mantenimiento de estos edificios se podría solucionar al obtener ahorros económicos, al implementar los principios de la eficiencia energética y la generación de energía más la obtención de beneficios fiscales como son la migración a una tarifa más ventajosa o la reducción de impuestos por la implementación de estas medidas y considerando que al realizarse un estudio de factibilidad con una proyección de obtener un retorno de inversión a mediano plazo (5 años como máximo), se obtienen mayores beneficios, ya que en su mayoría de estas medidas tienen una vida útil mayor a este período, el tiempo restante sería una ganancia para el usuario.

¿A través de los principios de sostenibilidad, se puede conservar un edificio de valor patrimonial?

Al hacer una restauración de un monumento de valor histórico que ayude o mitigue el impacto en la huella de carbono producida por el hombre en su entorno inmediato, no sólo se procura la preservación de la memoria tangible, también se contribuye a la preservación del medio ambiente, de tal manera que se hace una Conservación total.

Para aportar estos elementos al crear una restauración responsable con el medio ambiente se contribuye también a la conservación de técnicas en procedimientos constructivos, parte de la memoria intangible en la mano de obra, por citar un ejemplo, se podrían aplicar técnicas en la pintura tradicional, como el uso de insectos y plantas para la obtención de colores usados en la pintura mural, no se utilizarían solventes ni productos derivados del petróleo, en los cuales se ha descubierto que al degradarse emiten gases con plomo, altamente tóxico para el ser humano.

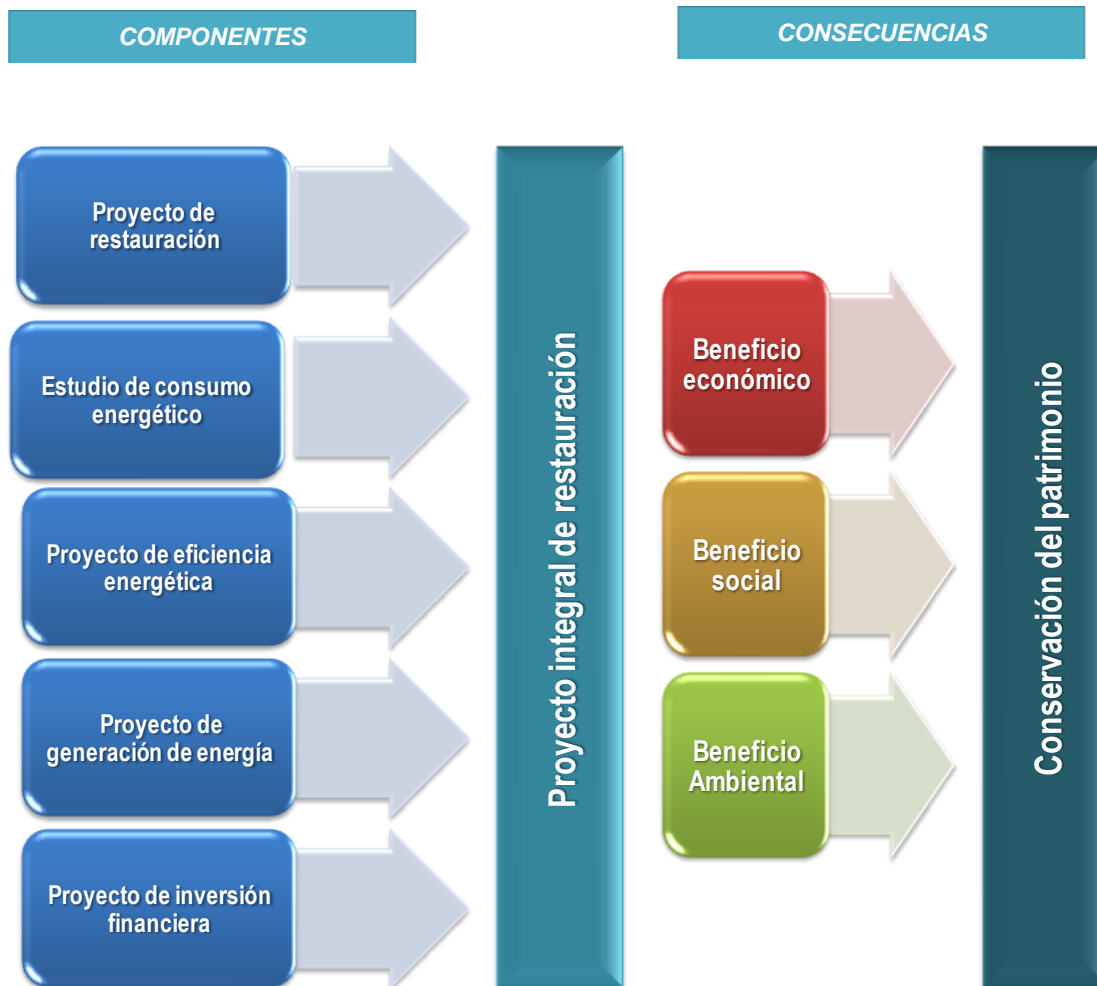


Ilustración 2 Componentes de la Conservación Integral, Hoyos G. 2017

Definición del problema

Dificultades de la preservación de los edificios patrimoniales.

El costo de mantenimiento de un edificio patrimonial

Después de la restauración en un edificio de valor patrimonial se sugiere que se realice un cronograma de acciones e intervenciones en el edificio con el fin de lograr un mantenimiento adecuado y la preservación de sus partes del inmueble intervenido. Al obtener un calendario de acciones se podrá establecer los tiempos de obtención de recursos tanto económicos como humanos para poder realizar los trabajos establecidos.

Este punto es muy importante, ya que la mayoría de los administradores de estos edificios no consideran las acciones de mantenimiento como acciones de preservación del patrimonio nacional, sí estas acciones no se toman en cuenta, los costos económicos son altos y por lo mismo muchas veces no se llevan a cabo y el inmueble empieza a perder parte de su conformación por falta de recursos económicos que pudieron haberse prevenido en tiempo y forma.

Costo de obra de restauración	Mantenimiento mayor	Mantenimiento medio	Mantenimiento menor	Mantenimiento preventivo
100.00%	74.76%	47.05%	21.09%	5.00%

Tabla 1 Costos porcentuales por tipo de mantenimiento¹⁴

Tiempo estimado recomendado por tipo de intervención (Años)				
Costo de obra de restauración	Mantenimiento Mayor	Mantenimiento Medio	Mantenimiento menor	Mantenimiento preventivo
Indefinido	5 a 10	5	3 a 5	anual

Tabla 2 Tiempos recomendado para acciones de intervención en materia de conservación.

Los costos de mantenimiento varían según el alcance de intervención que debe ejecutarse, la diferencia en acciones y recursos económicos son en proporción de los metros cuadrados y daños provocados por la falta de atención en ellos.

El costo de mantenimiento de un edificio de valor patrimonial es alto, ya que debe de intervenir varias cuestiones, como la fachada, la pintura ornamental en el caso de existir, se deben de estabilizar los materiales como cantera, metales, madera, el barro, también se deben de proteger y limpiar la piedra, todas estas acciones son para evitar un deterioro que dañe de manera irreversible a los materiales que conforman el edificio, pero existen daños provocados por la flora y la fauna, como también los daños provocados por el uso, como la integración de adendas, modificaciones en la fachada por dar cabida al comercio, los daños vandálicos, etc.

¹⁴ Fuente: Dirección General de Obras y Coservación; Dirección de Planeación y Evaluación de Obras.

Este problema no debe de estar condicionado a un presupuesto fijo, que está supeditado para el pago de servicios, como el agua, energía eléctrica, gas, mantenimiento menor (limpieza, sustitución de lámparas, pintura, impermeabilización, etc.).

Esta manera de actuar ha llevado a la pérdida parcial o total de elementos ornamentales, estructurales o de conformación de un inmueble, llevando a acciones de restauración arquitectónica, no siempre bien ejecutado, ya que, por ahorrarse un monto económico, se contrata al maestro albañil o al oficial eléctrico. Los daños causados por este tipo de intervenciones, hacen que el edificio se deteriore aún más, causando en algunos casos, daños irreversibles.

Falta de programación de acciones de preservación.

En la restauración de un inmueble patrimonial se debe de hacer un registro de daños, para posteriormente hacer un plan de acciones a seguir para poder restablecer su estado original en lo posible, sí se requiere de una intervención mayor en donde se requiera reestructurar el edificio, en donde se interviene la estructura, los entrepisos, los elementos soportantes, el acabado final, etc.

Las personas encargadas de la administración de un edificio no comprenden que las acciones de restauración deben de efectuarse con un programa periódico que establezca por el material per se, que estas acciones evitarán en un futuro a corto plazo, se tengan que intervenir con una acción mayor los administradores piensan que "*sí un edificio tiene 500 años de existencia, puede durar otros veinticinco años sin hacerle alguna acción de preservación.*"

El costo de la energía un factor determinante en el presupuesto.

En México, durante la última década, el costo del consumo de energía eléctrica ha aumentado a una tasa media anual de 4.7%, tendencia que también se ha hecho evidente en el precio de las fuentes tradicionales de energía, por ejemplo, el costo del gas L.P. ha crecido a un ritmo anual de 2.1%, el gas natural a 5.9%, las gasolinas 3.4% y el diésel a 3.9%¹⁵. Al respecto, es importante mencionar que la tasa media anual del costo del consumo de energía eléctrica es un factor relevante para considerar la inversión en ahorro energético.

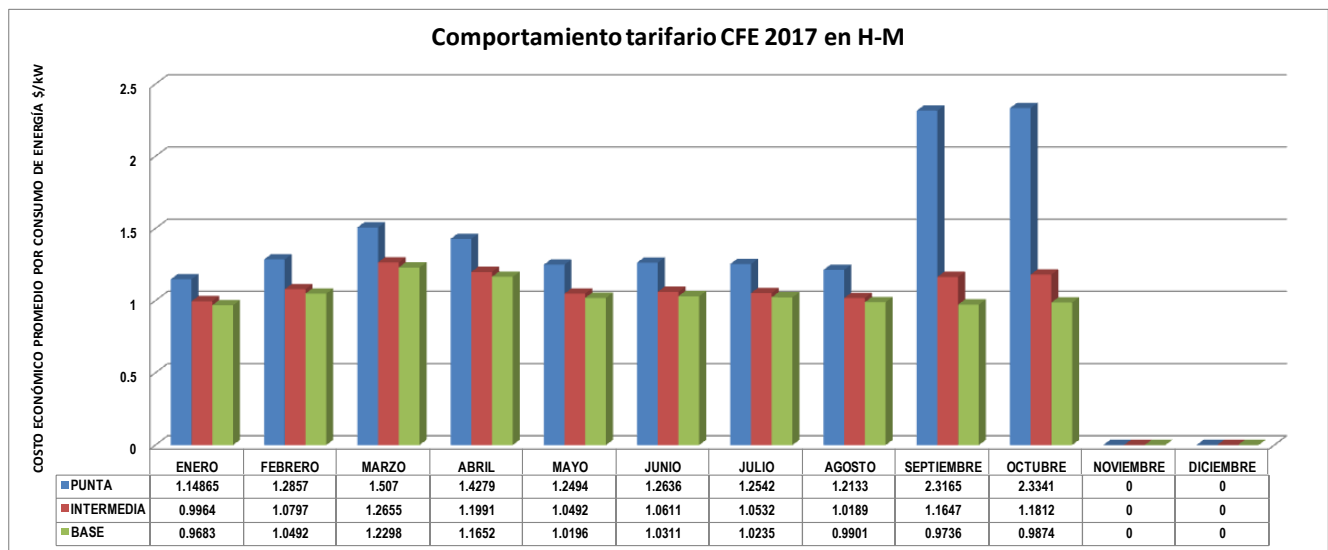


Tabla 3 Incremento tarifario mensual en el costo de consumo eléctrico en el año 2017

Debido a que actualmente, el costo del servicio al precio de la tarifa de Demanda Bajo Consumo (DBC) es de \$1.40 por kW/h con un requerimiento máximo de 249 kW/h al mes, mientras que en la Demanda de Alto Consumo (DAC) el precio de la energía es \$3.95 por kW/h, con una demanda de 250 a 500 kW/h. Lo que significa que el pago por alto consumo es mayor en un 282% respecto al de bajo consumo. La Universidad se encuentra en una categoría de pago en el rubro de H-M (Horario en Media Tensión), según las tablas de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), por la demanda eléctrica de sus instalaciones.¹⁶

Sin embargo, hay que considerar que, como parte del pago por el suministro de la energía eléctrica, faltaría considerar el precio real de los diferentes productos energéticos para generarla y también el impacto al medio ambiente por la producción de la misma.

¹⁵ Fuente: CONUEE, Comisión Nacional del Uso Eficiente de la Energía, Precios de las tarifas de consumo en energéticos en México. www.conuee.gob.mx

¹⁶ Costos estimados a Noviembre de 2017,

La UNAM actualmente paga 22.5 millones de pesos por el suministro de energía al mes, que al año suma 270 millones de pesos¹⁷. Es decir, que al considerar que la actual tasa anual de costo (4.5%) se mantenga, en veinte años se pagará aproximadamente 54.26 millones de pesos al mes, que al año serían poco más de 651 millones de pesos.

Se estima que, en México, más del 90% de la energía eléctrica que se genera, se obtiene a través combustibles fósiles como gas, carbón y combustóleo, sin embargo, como resultado de su utilización se tienen emisiones gaseosas a la atmósfera, entre las que se encuentran los Gases de Efecto Invernadero (GEI), como dióxido de carbono.

La importancia de la producción de energía basada en la utilización de combustibles fósiles se ha hecho evidente debido a la contribución de los GEI al fenómeno del cambio climático, porque dichos gases modifican la cantidad de radiación solar que la atmosfera recibe y remite hacia el espacio, afectando la temperatura terrestre. El aumento en el costo de las tarifas de los energéticos son un problema económico a largo plazo, en veinte años el incremento será de un 282% en electricidad y en gas licuado del petróleo se estima en más del 300%, considerando que este energético no se consuma antes del tiempo estimado.

Factores que afectan a la salud

Las enfermedades en la población de las zonas urbanas cada vez son más frecuentes, las vías respiratorias, de la piel, neurales, digestivas, etc. Atacan a la población, los servicios médicos instalados en la zona conurbada de la Ciudad de México son insuficientes para atender a la creciente población propia y proveniente de los estados de la república que busca una mejor situación laboral, asociado a esto, la pirámide poblacional se está invirtiendo, es decir, cada vez la edad poblacional es mayor, creando que las instalaciones del seguro social o instituciones privadas sean más demandadas en servicios gerontológicos.

Para enfrentar los efectos del cambio climático, se han realizado diversos esfuerzos internacionales para reducir las emisiones de GEI de manera global. Uno de los acuerdos más destacados es el Protocolo de Kioto, en donde se han establecido compromisos de reducción de emisiones para países desarrollados y se han sentado bases regulatorias sobre el tema¹⁸.

El gobierno de México también se ha fijado metas de reducción de emisiones de dióxido de carbono (CO₂) al ambiente, a través de diferentes alternativas entre las que se encuentra el aprovechamiento de fuentes de energías limpias, es decir que la implementación de nuevos sistemas de generación de energía, se ha convertido en una cuestión de interés nacional.

¹⁷ Fuente: Dirección General de Obras y Conservación

¹⁸Fuente: Secretaría de Energía, www.sener.gob.mx

Capítulo 1

El edificio patrimonial como edificio sustentable

La conformación material de un edificio de valor patrimonial.

La edificación en la Ciudad de México durante el periodo virreinal siguió el modelo español, tanto en vivienda como en edificios de gobierno y religiosos, en donde se respetaban reglas y costumbres de edificación, pero en general los materiales que constituían el proceso de edificación eran madera, piedra, ladrillo en el interior, así como en el exterior. Los muros se acostumbraba hacerlos gruesos, pesados y encalados, en los casos de los edificios de gobierno, religiosos y salvo algunas casas destinadas a familias importantes o "casas grandes" como se conocían, se ornamentaban con cantera y piedra labrada en sus fachadas exteriores, en las fachadas interiores se adornaban con pintura sobre los muros encalados.

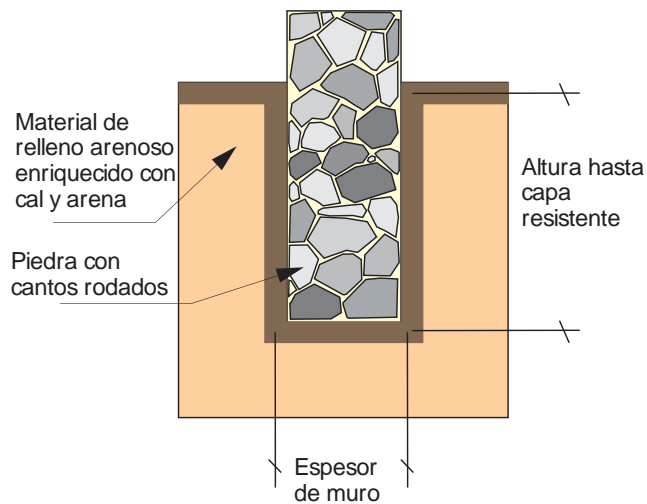
La conformación de la vivienda virreinal en lo que ahora conocemos como programa arquitectónico, está enlistado por una serie de locales que tienen un relación directa con espacios abiertos y ventilados, que proporcionan iluminación al interior de los locales a través de la fachada interior, los patios o solares ayudaban a crear un microclima al interior de la edificación, los locales alrededor de este tenían las funciones de servicio a la casa generalmente a los costados y en el caso de ser casas de un nivel, las habitaciones se encontraban al frente generalmente de dos niveles, al frente se encontraban locales que se rentaban o se usaban para el comercio y sobre estos se encontraba la habitación. En los patios, cuando el clima era cálido, se podía encontrar una fuente, cuya función es la de refrescar a los locales inmediatos, los cuales estaban conectados por un pasillo techado sostenido por columnas y pavimentado generalmente por elementos pétreos.

El proceso constructivo de estas edificaciones se basa en el conocimiento obtenido por los españoles en su experiencia de edificación en Europa, que por experiencia se repetía en la Nueva España, sin considerar las diferencias en la resistencia del terreno o materiales endémicos de la zona, siguiendo una tradición que obedece a su experiencia en climas similares.

Procedimientos y elementos constructivos.

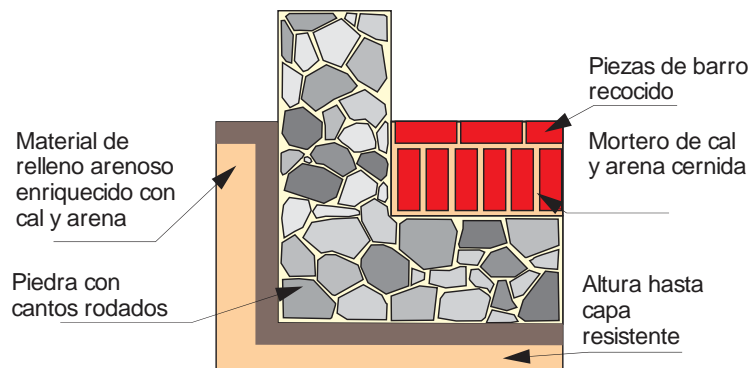
Cimientos

La cimentación es la parte que apoya directamente sobre el terreno y se empotra en él la superestructura del edificio; ésta sirve de base para soportar todo el peso de la construcción. En el caso de los cimientos de las casas de valor patrimonial, estos son de "cal y canto", es decir mampostería de piedra, mortero de arcilla y cal. La piedra se "carea" o se le talla un "canto" de tipo anguloso que permite el agarre entre elementos mayores, sirve de cuña y nivela las rocas que constituyen el material principal de la cimentación.



Los fragmentos de tipo redondeado provienen generalmente de ríos y quebradas se agregan al centro de la cimentación con una mezcla de cal y arena como cementante, estas piedras son de gran resistencia, pero no sirven en la conformación delimitante del cimiento al no tener un ángulo de agarre. La forma más frecuente es la prismática del mismo ancho del muro y en algunos casos en "L" o "T" invertida.

Ilustración 3 Cimentación de muro de mampostería de piedra Hoyos G. 2019

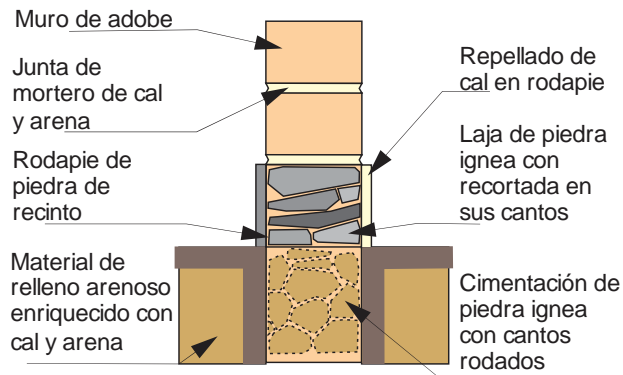


La profundidad varía de acuerdo a la calidad del suelo; sin embargo, oscilan entre los 0.60 y 1,20 m., el ancho es muy variable, dependiendo del grosor del muro de adobe que va a soportar, en muchos casos, los cimientos son un poco más anchos (10 a 20 cm.) por debajo del nivel de la acera.

Ilustración 4 Cimentación de muro en mampostería de piedra, Hoyos G. 2019

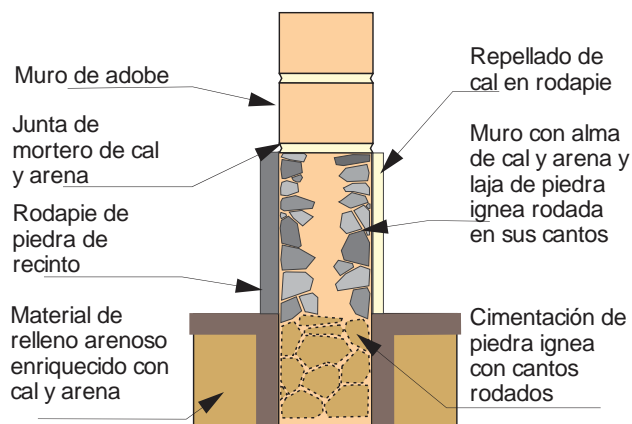
En algunos casos en edificios de gobierno o religiosos, en la Ciudad de México, se elaboraba la cimentación bajo el criterio de excavar un 10% de la altura total del edificio, se enterraban estacas de madera y se nivelaba el terreno, para posteriormente conformar la cimentación.

Sobre cimientos



Por encima del nivel del terreno, hasta donde llega la cimentación, se proyecta el sobre cimiento con los mismos materiales y técnicas que los cimientos, su función es proteger el muro de adobe de la humedad del suelo y de otras acciones agresivas que ocurren a nivel del piso y conformar el asiento definitivo de los muros. Los sobre cimientos ascienden usualmente hasta 50 cm.

Ilustración 5 Sobrecimiento conformado por piedras de laja y rajuelas Hoyos, G. 2019



Pero pueden proyectarse hasta alturas mayores. Generalmente se cubren con un revoque más grueso que el resto del muro y en el siglo XIX, ya se emplean enchapes de piedras labradas y pulidas finamente a manera de sendos zócalos.

También son frecuentes los sobre cimientos con "alma" o relleno de mortero de tierra y cascajo.

Ilustración 6 Sobrecimiento con alma en el muro, Hoyos G. 2019

Muros

*En las construcciones de fábrica, la piedra fue otro de los componentes esenciales. La formación de origen volcánico del noreste de Morelos brinda básicamente rocas de basalto y granito, cuya resistencia a la compresión y a la tensión garantiza su existencia casi “una eternidad”. En los muros corridos, por ejemplo, se distingue piedra volcánica ya trabajada (de 20 a 30 cm de diámetro aproximadamente), con una cara tallada o al menos lisa, mientras que en el envés se nota una somera terminación en espiga. Incluso, como se ha afirmado, mucha de esta piedra es de procedencia prehispánica. Otro tipo de piedra volcánica es la llamada **piedra de loma**, en realidad una toba muy suave, utilizada preferentemente en la talla de sillares y molduras que forman los marcos de puertas y ventanas.*

Queda claro que la resistencia de la piedra a la compresión y a la tensión es mayor que la de los morteros usados para la unión. Empero, las propiedades de las mezclas antiguas tuvieron un papel preponderante en la edificación de los conjuntos conventuales.¹⁹

Con frecuencia se observa que los morteros empleados durante el Virreinato fueron los mismos que se usaron en la época prehispánica, compuestos de cal, arena de tezontle rojo o negro y arcilla. Conviene mencionar que en las construcciones mendicantes en estudio no se han descubierto morteros de cal pura. En cambio se han detectado morteros elaborados con cal, arena y arcilla. Si bien en algunos casos la proporción es uno a uno, en otros morteros la arcilla aparece en mayor cantidad.

Parece que las arcillas de la región noreste de Morelos son sumamente aptas en la construcción —todavía hoy con ellas se elaboran bloques, piezas rectangulares conocidas como adobe—, pues efectivamente guardan el agua y su secado es lento, evitando así que los morteros pierdan rápidamente la humedad, se resequen y revienten. Especial mención merece el llamado caliche, tepujal o pomex, material también de origen ígneo presente de manera abundante en la región noreste de Morelos, que fue agregado a la cal en la misma proporción que las arenas y arcillas. El producto obtenido a partir de la combinación de cal, arena de tezontle, arcilla y caliche fue un mortero con mayor resistencia a la compresión.

Desde luego, la mezcla se lograba adicionando agua, la cual garantizaba la provisión de oxígeno al mortero. Como ya se dijo, el secado de aquél era lento, gracias también al tezontle y a las arcillas, y requería de algunos días, quizá semanas, para el fraguado.

Es pertinente agregar que los morteros fraguados reaccionan con el dióxido de carbono y forman carbonato de calcio, componente primordial de la piedra caliza. Esas partículas,

¹⁹ Ledesma Gallegos Laura, Materiales y sistemas constructivos en dos fundaciones mendicantes de las faldas del Popocatepetl, Boletín de Monumentos Históricos, Tercera época, Número 23, Septiembre-Diciembre 2011, p. 10

combinadas con las arenas y la arcilla, producen una mezcla sumamente dura y resistente, semejante a la llamada cal hidráulica.²⁰

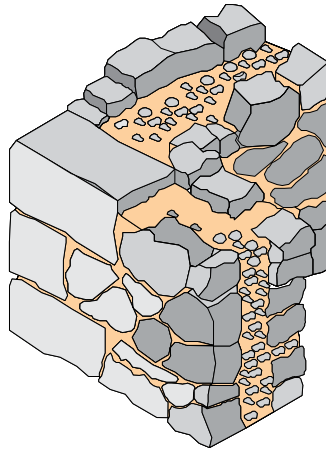


Ilustración 7 Conformación de muros de mampostería, Hoyos G. 2018

Croquis de muros conformados por piedra de mampostería, arena, arcilla y cal, a estos muros se les denominaba "Muros de pepena" ya que los materiales eran dados a la iglesia en vez de diezmos, los nativos o naturales, recogían en el camino las piedras que conformarían los muros, a esta acción se le conoce como pepena de materiales, de ahí su denominación.

Materiales

La piedra

La piedra es un elemento fundamental en la edificación del edificio, se utiliza para conformar muros y también para protegerlos, muchas de las piedras utilizadas son materiales del sitio, pero también se utilizan piedras de cantera extraídas en otros sitios para la ornamentación, el Dr. Ricardo Prado Núñez hace una clasificación sencilla para los arquitectos restauradores en base a su experiencia profesional.

Rocas ígneas.

Intrusivas o plutónicas. Su grano es grueso y su enfriamiento fue lento.

- Granito
- Sienita
- Diorita
- Gabro

²⁰ Jean-Pierre Adam, La construcción romana. Materiales y técnicas, León, Editorial de los Oficios, 2002, pp. 76-79.

Extrusivas o volcánicas. Su grano es fino y su enfriamiento fue rápido.

- Basalto
- Andesita
- Riolita
- Toba

Son de naturaleza vítrea no cristalina

- Pómez
- Obsidiana

Minerales principales que contienen feldespatos de sodio y calcio.

- Micas
- Silicatos ferromagnesianos
- Hornblenda
- Olivino

Rocas Metamórficas

Foliadas.

- Pizarra
- Filita
- Equistos
- Gneiss

No foliadas

- Cuarcita
- Skarn
- Mármol

Roca original

- Arenisca
- Caliza (calcita y dolomita)
- Lucita
- Granito (ácida)
- Rocas básicas

Producto metamórfico

- Cuarcita
- Mármol
- Pizarra
- Gneiss
- Serpentina, equistos

Rocas sedimentarias

De las cuales se han utilizado bajo su denominación común para la construcción en el Valle de México.²¹

Rocas Ígneas	
Tipo de roca	Denominación común
Dolerita	Resinto
Granito	Granito
Lava, escoria volcánica	Tezontle
Lava	Piedra braza
Toba ígnea	Canteras
Andesita	Chiluca

Rocas metamórficas	
Tipo de roca	Denominación común
Caliza cristalina	Mármol

Rocas sedimentarias	
Tipo de roca	Denominación común
Arenisca	Varios tipos, según el cementante
Toba pomosa	Tepetate
Toba calcárea	

Tabla 4 Tabla de rocas utilizadas en la construcción.

Los entrepisos de las casas históricas son de dos tipos: Envigado con tendido “cama” de petate y de bovedilla de ladrillo con viguetas de madera.

En ambos casos los elementos estructurales son las vigas de madera, y por lo tanto los elementos que más sufren deterioros, por lo tanto, se plantearán algunas intervenciones para repararlas o reforzarlas. El maguey es un material de gran durabilidad y resistencia, además de ser bastante flexible, razón por la cual se lo valora y rescata en la mayoría de las intervenciones, las patologías y el tratamiento de protección es el mismo que para la madera. Por otro lado, en la construcción destaca el uso de una fibra poco o nada reconocida, el zacate, de la cual derivaban cuerdas para los nudos y amarres de los maderajes y las sogas de grueso calibre para el acarreo e izamiento de pesados materiales así como capa para evitar que escurra la arena del entrepiso, se hacían petates y se acomodaban en la primera cama sobrepuesta a la vigería de madera.

²¹ Prado Núñez Ricardo Dr., Procedimientos de Restauración y Materiales, Editorial Trillas, Cap. 2 Clasificación de las piedras o rocas, Reimpresión 2007, pp 23-26.

Al respecto, fray Toribio de Benavente Motolinia, refiere como:

Es la costumbre de esta tierra, [...] porque los indios hacen las obras, y a su costo buscan los materiales y pagan los pedreros y carpinteros [...] Todos los materiales traen a cuestras; las vigas y piedras grandes traen arrastrando con sogas [...] la piedra o viga que había menester cien hombres, traían la [sic] cuatrocientos [...].²²

La madera

La madera fue muy importante para la edificación en la Ciudad de México, con ella no sólo se utilizaba en la cimentación, cubiertas, entrepisos y en la estructura de los edificios, también se usó en las actividades de las obras inducidas como andamiajes, estructuras para conformar arcos, entrepisos, muros, también para transportar grandes piedras y poleas para levantar materiales. El uso de la madera en la Ciudad de México fue indiscriminado, se talaron varios bosques que no fueron recuperados, deforestando los alrededores de la ciudad. De esto nos hace de nuestro conocimiento El manuscrito anónimo intitulado *Architectura mechanica* conforme la práctica de esta Ciudad de México, fechado entre la sexta y séptima década del siglo XVIII, proporciona el método para colocar el «Estacamento»; el número de morillos que llevaría la cimentación era según el presupuesto del dueño de la obra y a estimación personal del constructor, fiándose de su práctica y experiencia:

...después de señalado el cimiento con una poca de cal en polvo, se abre el cimiento para señalarlo, se saca a plano, y recto con la escuadra y los hilos, y todo esto se hace con el Mapa que tiene hecho el maestro. Para el estacado se dice que éste ha de ser según el dueño de la obra, porque pueden ir muy juntas las estacas, o algo desapartadas. Las estacas son según el terreno, si salen cuatro en morillo se pagan cinco reales el ciento de su aguzadura. Cada carro carga 25 morillos y son de cedro.

Cada uno vale uno y medio reales fuera del acarreo. Tienen de largo 6 varas. La aguzadura de éstos puede componerse con el carpintero de la obra.»

En el mismo manuscrito, su autor remite a «los libros de Architetura» para la construcción de cimientos de grandes obras civiles o religiosas....²³

²² Fray Toribio de Benavente "Motolinia", *Historia de los indios de la Nueva España*, México, Porrúa (Sepan Cuantos..., 129), 1979, p. 16.

²³ Mardith K. Shuetz, *Architectural practice in Mexico City. A manual for journeyman architects of the Eighteenth Century*, translated with an introduction by, Tucson, The University of Arizona Press, 1987. pp. 82-83.

La madera está conformada por células que contienen materias gomosas, resinas, taninos, azúcares, sales orgánicas, almidones y minerales, el contenido de agua es variable según la especie y el diámetro del tronco y época estacional al momento del corte, la madera recién cortada contiene un 40% de agua en promedio, seca al aire aproximadamente un 20%, la madera no conduce el calor, lo que la hace útil como aislante.

Al utilizar la madera como elemento que conforma la cubierta o techumbre de un edificio, aísla térmicamente al interior al edificio, la densidad es la característica que nos interesa de la madera, ya que varía según la especie, se consideran maderas ligeras aquellas con un peso específico menor a 0.50 kg, y las que rebasan el 0.70 kg. son las denominadas pesadas.²⁴

El yeso y la cal

El uso de la cal en los edificios virreinales se encuentra presente en todas las etapas constructivas, en la mampostería, para junteos y aplanados, moldeos ornamentales, bruñidos en cúpulas y bóvedas, es base para la pintura ornamental, como vehículo de pigmentos en los murales, estuco para pisos y muchos otros usos.

El uso de la cal es para homogeneizar materiales, lo cual es siempre óptimo, la cal apagada en obra contiene calizas de alta pureza, lo que da mayor adherencia y calidad plástica y no contiene grandes cantidades de alúmina, sílice y óxidos por tener una baja cantidad de arcillas, que al no contenerlos no ataca a los cementantes de la piedra.²⁵

La cal al ser utilizada en el mamposteo y como recubrimiento final en la edificación, evita al interior del inmueble, un aumento en la humedad, ya que es un material higroscópico y absorbe el agua en el ambiente.

Por la conformación de los materiales que conforman al edificio de valor patrimonial, podemos deducir que al ser en su mayoría, materiales que aíslan térmicamente al edificio de las condiciones ambientales del sitio, se puede concluir que la ganancia o pérdida de calor, humedad o por convección es prácticamente nula, pero también es tangible que los edificios fueron emplazados en su sitio bajo normas que hoy en día conocemos como ***principios de diseño bioclimático***.

²⁴ Prado Núñez Ricardo Dr., Procedimientos de Restauración y Materiales, Editorial Trillas, La madera, Reimpresión 2007, pp 150-153.

²⁵ Prado Núñez Ricardo Dr., Procedimientos de Restauración y Materiales, Editorial Trillas, La Cal, Reimpresión 2007, pp 77-88.

Pasos para la implementación de principios bioclimáticos

La construcción bioclimática ó ecológica tiene el objetivo mejorar el nivel de vida del usuario, a través del confort térmico, higiene interior del espacio construido y comodidad psicológica-espacial, para obtener esta meta, implementa las recomendaciones sobre la forma de aprovechar los recursos naturales del sitio, tomando en cuenta, las condiciones geográficas como la topografía, temperatura ambiente, humedad, precipitación pluvial, vegetación, vientos dominantes, orientación con respecto al norte geográfico, el movimiento del sol, etc.

Masa térmica o aislante térmico, materiales que producen retardo térmico, como tierra, adobe, piedras, tabique rojo, fibra de vidrio, poliuretano.

Gráfica solar se debe de elaborar la gráfica solar para conocer cómo afecta al edificio la incidencia solar y se debe de considerar la orientación, la latitud en la que se encuentra el terreno, la altura del rayo solar ó ángulo de relación de radiación en relación con las fachadas y el acimut o ángulo que forman los rayos solares respecto a la planta arquitectónica.

Sistemas pasivos de enfriamiento método que usa diferentes elementos y materiales que evitan que los rayos solares se introduzcan al interior del inmueble y calienten el espacio por la penetración de rayos infrarrojos. Se pueden considerar los parteluces, velarias, aleros, vidrios con micas protectoras, etc.

Calentamiento solar pasivo. por ganancia solar directa, directa e indirecta (sistema combinado), sistemas híbridos (sistemas de calefacción pasiva y activa), sistemas de calentamiento de agua.

El conocimiento en la aplicación de estos principios tienen el fin de obtener un beneficio económico, resultante del ahorro energético, pero se debe de explicar para su implementación.

Arquitectura pasiva

¿Qué es una construcción bioclimática o ecológica?

La construcción bioclimática o ecológica tiene el objetivo mejorar el nivel de vida del usuario, a través del confort térmico, higiene interior del espacio construido y comodidad psicológica-espacial, para obtener esta meta, implementa las recomendaciones sobre la forma de aprovechar los recursos naturales del sitio, tomando en cuenta, las condiciones geográficas como la topografía, temperatura ambiente, humedad, precipitación pluvial, vegetación, vientos dominantes, orientación con respecto al norte geográfico, el movimiento del sol, etc.

"Podíamos definir la arquitectura bioclimática como aquella capaz de utilizar y optimizar los recursos naturales para su aprovechamiento en la mejora de las condiciones de habitabilidad, entendiendo la actividad arquitectónica como una filosofía o conjunto de pensamientos organizados que tienen como objetivo la integración del objeto arquitectónico en su entorno natural.

Esta integración no debe concluir en el acto de proyectar, sino que debe extender su campo de acción para controlar las variables del proceso constructivo y de ejecución de la obra, contemplando las actuaciones necesarias que permitan preservar y mejorar (en lo posible) las condiciones iniciales, utilizando técnicas de control y mantenimiento donde el usuario tome parte activa".²⁶

El Arquitecto Armando Deffis Caso define como casa ecológica, " *Un lugar que puede ser confortable, armónico y autosuficiente, en el que se preservan la flora y fauna naturales*".²⁷

Dentro de este tema podemos encontrar sobre la arquitectura bioclimática varias definiciones que consideran criterios que tienen una afinidad común con distintas variantes, lo relevante de estas comparaciones es el eje conceptual coincidente en el que la construcción debe de respetar su entorno, aprovechar y preservar los recursos del sitio.

²⁶ Baño Nieva Antonio, Dpto. de Arquitectura de la Universidad de Alcalá de Henares de Madrid, La Arquitectura bioclimática: Términos nuevos, conceptos antiguos. Introducción al diseño de espacios desde la óptica medioambiental.

²⁷ Deffis Caso Armando, Arquitectura Ecológica Tropical, árbol editorial 1994.

Metodología general para la obtención de una Arquitectura Sustentable

La manera de hacer arquitectura y de la restauración de monumentos debe de cambiar, ya que esta actividad es la de mayor impacto en el medio ambiente, capaz de satisfacer las necesidades físicas, económicas y espirituales de nuestra sociedad actual evitando un impacto negativo en las generaciones futuras, integrada a los ciclos vitales de la naturaleza. Los proyectos de restauración no deben de convertirse en modificaciones, agregados o en el peor de los casos, los edificios de valor patrimonial se conviertan en monumentos, incapaces de tener un uso actual que satisfaga las necesidades antes mencionadas de su sociedad, debe ser capaz de adaptarse a los nuevos sistemas y esquemas de su sociedad, un edificio en desuso está destinado a desaparecer.

Un proyecto de restauración con las directrices idóneas para su adaptabilidad a la actualidad en su sociedad, hace de un edificio patrimonial atractivo para un "nuevo uso", el cual pueda satisfacer la factibilidad y viabilidad de un proyecto integral de restauración que a su vez resuelva los problemas medioambientales tan solo con las decisiones correctas arquitectónicas, reduciendo al máximo su dependencia a la tecnología y su dependencia económica a los recursos energéticos.

Se debe de concretar y establecer una estrategia de acciones y decisiones que son necesarias para lograr un desarrollo sostenible, ya no se pueden reciclar edificios o mutilarlos para dar cabida a nuevas construcciones, los edificios patrimoniales no sólo son los testigos de la evolución de una sociedad, también son parte de su presente y memoria para el futuro de la nación y sociedad que conforma, a estos inmuebles se les debe de respetar su historia, conformación, materiales y sobre todo su dignidad.

Tal y como se consensuó en la cumbre de Río de Janeiro en el año de 1992²⁸, se enlista una serie de indicadores generales para conseguir una arquitectura sostenible, cabe mencionar que estos indicadores generales están destinados a edificios de nueva creación, pero que servirán de base para nuestra evaluación a los Proyectos Integrales de Restauración Sostenible.

²⁸ Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, Río de Janeiro del 3 al 14 de junio de 1992.

Diseño de estrategias de ahorro de energía y acciones de eficiencia energética.

Objetivo

Elaborar un modelo de aplicación para edificios con valor patrimonial en materia de eficiencia energética.

Alcances

- Elaborar un modelo en eficiencia energética que se aplique a edificios en etapa de restauración.
- Elaborar un modelo de eficiencia energética en edificios históricos bajo resguardo de la Universidad Nacional Autónoma de México.
- Elaborar una guía de acciones que pueda ser consultada por los responsables del mantenimiento de edificios de valor patrimonial.

Se propone implementar acciones en las que se tengan como objetivo final, llegar al uso eficiente de la energía eléctrica dentro de sus instalaciones. Esta meta se verá realizada después de implementar un modelo de seguimiento de acciones, en la parte de planeación, proyecto y ejecución de obra. El modelo de aplicación tiene como meta, ser una guía del mantenimiento de los edificios con valor patrimonial.

Elementos a considerar.

Está conformada por la cubierta, fachadas, pisos y elementos que se encuentran en contacto con el terreno, este es un agente dinámico que interactúa con el entorno inmediato y el interior del edificio, sirve para proteger al inmueble de la temperatura, aire, humedad y de la radiación solar. La importancia del diseño pasivo permite mejorar el confort interior del edificio, optimiza la eficiencia energética y el ahorro de energía eléctrica.

Para que un diseño pasivo sea sostenible deberá de conformarse por tres aspectos, el impacto ambiental, impacto social y el impacto económico, la implementación de la envolvente debe ser equitativo (Social-Ambiental), viable (Económico-Ambiental) y factible (Social-Económico), es decir, tomando como premisa el confort interno, cumplir con las necesidades del usuario y no rebasar el presupuesto, la envolvente juega el papel más importante en el diseño sostenible por su condición de filtro entre el ambiente exterior y el interior, delimitando el espacio habitable. Es en este sistema constructivo donde se generan la mayoría del intercambio de energía que genera el edificio con el medio ambiente, y a su vez puede tener funciones como elemento de recolección de las aguas de lluvia, producción de energía renovable, control de la iluminación y ventilación natural, entre otras.

Estas acciones permiten que se puedan desarrollar las acciones de eficiencia energética, ya que se establecen las condiciones mínimas de confort, al ser así, se integran las acciones para la obtención de mayor confort con un gasto energético mínimo y se condiciona a los equipos de generación de energía, ya sea calórica o eléctrica a través de un sistema pasivo de generación para evitar en lo posible el consumo de energía convencional y la contaminación de manera indirecta que se produce por el proceso de obtención de esta energía.

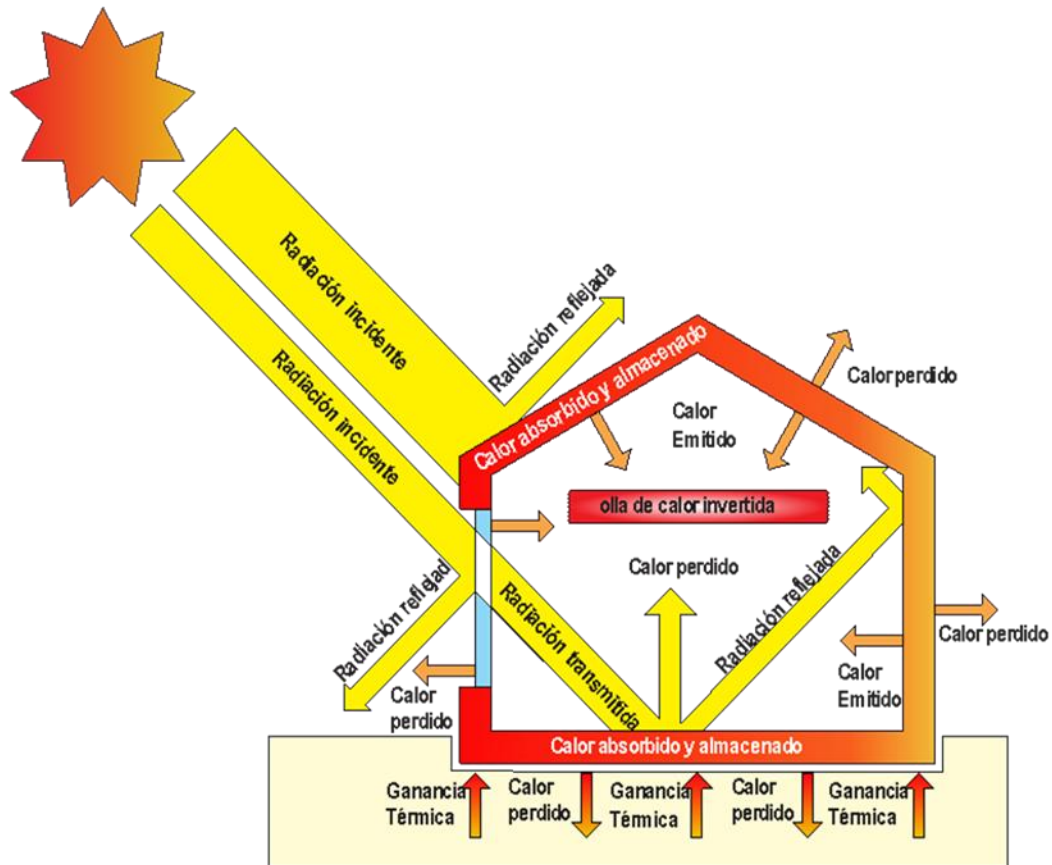


Ilustración 8 Factores externos a considerar para la protección térmica, Hoyos G. 2022 autoría propia.

Antecedentes

El uso eficiente de la energía es un tema que se ha discutido durante los últimos 40 años como uno de los factores de impacto al medio ambiente, el no hacer un uso responsable de la energía conlleva al gasto energético innecesario, al agotamiento de los recursos naturales del país, un gasto económico (2 / 3 partes de la energía en México esta subsidiada por el gobierno), impactos negativos al medio ambiente (contaminación de suelo, agua, aire).

Aproximadamente en promedio se calcula que del consumo energético hay un desperdicio de energía causado por malas prácticas en el uso de la energía, en el caso de la vivienda dependiendo la ubicación geográfica, es del 10% al 20% se consume por aparatos vampiros (equipos que consumen energía aún al estar apagados), en el caso de las oficinas va del 15% al 30%. Esto causa un gasto económico que no corresponde a la relación de costo - beneficio al hacer uso de un servicio, se puede evitar con la desconexión de estos equipos o sustituir equipos obsoletos por equipos en alta eficiencia energética, también es causa de estos desperdicios de energía, la falta de mantenimiento de las instalaciones eléctricas, no sustituir los alambres eléctricos por cable eléctrico, el desbalance de cargas eléctricas en tablero o en canalizaciones, al saturar la tubería con cables, produce sobrecalentamiento de los cables, este sobrecalentamiento produce fallas en la conducción de energía y pérdidas en el suministro de la energía.

Sí se consideran estos promedios como pérdidas energéticas que se podrían solventar con acciones de bajo presupuesto (concientización del usuario, desconexión de equipos en horarios fuera de su operación, etc.), se ahorraría energía que conlleva a un ahorro económico y a la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera al reducirse la capacidad de generación de energía por una fuente convencional. Se estima que por cada kilowatt de generación se emite a la atmósfera 444 gramos de gases de efecto invernadero, entre ellos el dióxido de carbono equivalente (CO₂e), producto de la quema de diferentes combustibles, se concluye lo siguiente:

1 kW emite 444 CO₂e, pero para consumir en el punto de entrega 1 kW, se han perdido 2 kW desde el punto de generación pasando por puntos de transmisión, transporte de energía (cables), puntos de distribución y transformación de energía, es decir que se emiten a la atmósfera 1.332 kg. de CO₂e por cada kW de consumo.

La capacidad instalada en el país es de 55,329.65 Megawatts (MW), al 2015 según el reporte Informe Anual 2015 de la CFE.²⁹ Se estimó una generación al año 2015 de 253,247.1 Gigawatts hora, con una emisión de GEI estimada en 101,197,541.16 Ton/CO₂e

(Se descontó un aproximado del 10% de las emisiones por haberse generado la energía a través de una fuente de generación renovable).

Tipo de tecnología en la generación de energía	Capacidad efectiva de generación (MW)	Porcentaje de generación por fuente
Hidroeléctrica	12,027.80	21.738%
Vapor (combustóleo y gas)	11,398.60	20.601%
Ciclo combinado	7,578.30	13.697%
Carboeléctrica	5,378.45	9.721%
Turbogás	2,736.50	4.946%
Geotermoeléctrica	873.60	1.579%
Combustión interna	303.90	0.549%
Eoloeléctrica	86.30	0.156%
Solar fotovoltaica	6.00	0.011%
Nucleoeléctrica	1,510.00	2.729%
Productores Independientes de Energía (PIE)	12,952.80	23.410%
Plantas puestas en marcha 2015	477.40	0.863%
TOTAL	55,329.65	100.00%

Generación CFE	42,376.85	75.727%
Generación PIE	12,952.80	23.410%
Plantas puestas en marcha 2015	477.40	0.863%
	55,807.05	100.000%

Tabla 5 Fuente de generación de energía convencional y renovable.³⁰

Dentro de las metas del país se han emitido las Normas Oficiales Mexicanas para el uso responsable de la energía, actualmente está en vigor la Ley de Transición Energética, en donde se estipula dentro de sus artículos lo siguiente:³¹

²⁹ Fuente: Informe Anual 2015 CFE, <http://www.cfe.gob.mx/inversionistas/informacionareguladores/Documents/Informe%20Anual/Informe-Anual-2015-CFE-Acc.pdf>

³⁰ Fuente: Informe Anual 2015 CFE, <http://www.cfe.gob.mx/inversionistas/informacionareguladores/Documents/Informe%20Anual/Informe-Anual-2015-CFE-Acc.pdf>

³¹ Fuente: Diario Oficial de la Federación, 24 de diciembre 2015, <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LTE.pdf>

Disposiciones Generales

Artículo 1.- La presente Ley tiene por objeto regular el aprovechamiento sustentable de la energía, así como las obligaciones en materia de Energías Limpias y de reducción de emisiones contaminantes de la Industria Eléctrica, manteniendo la competitividad de los sectores productivos. Es de orden público e interés social, de observancia general en los Estados Unidos Mexicanos y reglamentaria de los párrafos 6 y 8 del artículo 25 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, así como de los transitorios Décimo Séptimo y Décimo Octavo del Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en Materia de Energía, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 20 de diciembre de 2013.³²

Artículo 2.- Para los efectos del artículo anterior, el objeto de la Ley comprende, entre otros:

- I. Prever el incremento gradual de la participación de las Energías Limpias en la Industria Eléctrica con el objetivo de cumplir las metas establecidas en materia de generación de energías limpias y de reducción de emisiones;
- II. Facilitar el cumplimiento de las metas de Energías Limpias y Eficiencia Energética establecidos en esta Ley de una manera económicamente viable;
- III. Incorporar las externalidades en la evaluación de los costos asociados a la operación y expansión de la Industria Eléctrica, incluidos aquellos sobre la salud y el medio ambiente;
- IV. Determinar las obligaciones en materia de aprovechamiento sustentable de la energía y Eficiencia Energética;
- V. Establecer mecanismos de promoción de energías limpias y reducción de emisiones contaminantes;
- VI. Reducir, bajo condiciones de viabilidad económica, la generación de emisiones contaminantes en la generación de energía eléctrica;
- VII. Apoyar el objetivo de la Ley General de Cambio Climático, relacionado con las metas de reducción de emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero y de generación de electricidad provenientes de fuentes de energía limpia;
- VIII. Promover el aprovechamiento sustentable de la energía en el consumo final y los procesos de transformación de la energía;
- IX. Promover el aprovechamiento energético de recursos renovables y de los residuos, y
- X. Las obligaciones establecidas en el artículo anterior deberán ser homologadas a los productos consumidos en el territorio nacional, independientemente de su origen.

³² Fuente: Diario Oficial de la Federación, 24 de diciembre 2015,
<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LTE.pdf>

En observancia a esta Ley y en lo referente a la eficiencia energética se hace referencia en el Capítulo I de la mencionada ley.

Artículo 4.- La Estrategia deberá establecer metas a fin de que el consumo de energía eléctrica se satisfaga mediante un portafolio de alternativas que incluyan a la Eficiencia Energética y una proporción creciente de generación con Energías Limpias, en condiciones de viabilidad económica. A través de las Metas de Energías Limpias y las Metas de Eficiencia Energética, la Secretaría promoverá que la generación eléctrica proveniente de fuentes de energía limpias alcance los niveles establecidos en la Ley General de Cambio Climático para la Industria Eléctrica.

Para ello, la Secretaría deberá considerar el mayor impulso a la Eficiencia Energética y a la generación con Energías Limpias que pueda ser soportado de manera sustentable bajo las condiciones económicas y del mercado eléctrico en el país.

Artículo 5.- La Estrategia establecerá políticas y medidas para impulsar el aprovechamiento energético de recursos renovables y para la sustitución de combustibles fósiles en el consumo final.

Planeación de un proyecto de restauración integral

1) Planeación del proyecto

La planeación del proyecto arquitectónico se basa en las decisiones de considerar la orientación del sitio, el clima durante el año, la dirección del viento, condiciones del sitio, materiales del sitio y la precipitación pluvial, con esta información se realiza el diseño de acuerdo con los objetivos de ahorrar energía, al hacer uso de la luz natural, aprovechar los vientos para la ventilación cruzada, aprovechar el recurso hídrico del sitio, etc.

Alcances de un proyecto con eficiencia energética.

- Conocer la tensión de trabajo de la energía eléctrica.
- Balance en el uso de luz natural y artificial
- Uso de la energía en fuerza (horarios de operatividad, programación de operación, seccionamiento, etc.)
- Uso de la energía en motores (horarios de operatividad, programación de operación, seccionamiento, etc.)
- Uso de aire acondicionado (horarios de operatividad, programación de operación, seccionamiento, etc.) en caso de utilización.

Con estas medidas generales se establecen los alcances particulares de la instalación eléctrica.

2) Proyecto de instalación eléctrica

En consecuencia de las medidas generales, las acciones para el diseño de instalaciones eléctricas eficientes, deberán de cumplir con criterios en diseño y buen uso de la energía en canalizaciones, conexiones, operatividad y distribución, bajo las observaciones de la NOM-001-SEDE-2012.

Alcances en el diseño en:

- Sembrado de luminarias
- Estudio lumínico por espacio
- Seccionamiento de luminarias
- Seccionamiento de receptáculos
- Seccionamiento de motores
- Balanceo de cargas

Estas acciones con los criterios ya mencionados en materia de eficiencia energética, podrán proveer no sólo de un beneficio energético, también económico, en consecuencia de que al realizarse un estudio lumínico por espacio, se podrá calcular el número eficiente de luminarias, su eficiencia lumínica por actividad del espacio donde se instale, la capacidad instalada y la potencia instalada del edificio, con ello se podrán gestionar tanto el metraje de cableado como las luminarias a instalar, al obtener un buen uso de la energía en proyecto, se podrá contratar con la compañía suministradora de energía (CFE), un contrato de acuerdo al consumo y con beneficios tarifarios por la implementación de criterios en materia de eficiencia energética, también aplican beneficios fiscales.³³

3) Proyecto de implementación de energías renovables

Al conocer la capacidad instalada y la potencia instalada del edificio se pueden fijar las metas y objetivos de la generación de energía eléctrica, en este punto se recomienda que si no existe el presupuesto para la implementación, por lo menos se garantice las preparaciones adecuadas para recibir la instalación fotovoltaica, como preparar el área de instalación, dejar los pasos de las canalizaciones y establecer los puntos de conexión y guarda de los equipos. Alcances del proyecto de energía renovable.

- Alcances de generación
- Objetivos de generación
- Cronograma de mantenimiento
- Cronograma de sustitución de equipos por uso

³³ Fuente: Código Fiscal del Distrito Federal, Artículos 274,275,276,277 Ley del Impuesto Sobre la Rente (ISR) Art.. 32 Fracción XXVI

Estos alcances son específicos para la instalación fotovoltaica, se pueden incluir en los programas de mantenimiento del edificio siempre y cuando se dividan las acciones y el dinero destinado a dichas acciones.

4) Proyecto de mantenimiento y sustitución de equipos por uso

Alcances

- Objetivos del mantenimiento (preventivo, correctivo)
- Cronograma de mantenimiento (preventivos y correctivos)
- Cronograma de sustitución de equipos (en iluminación, motores, equipos, etc.)

Estos proyectos se deben de agregar al proyecto ejecutivo del edificio, es decir, se entrega la obra, las propuesta de implementación y mantenimiento del edificio con la meta de lograr el optimo funcionamiento de las instalaciones eléctricas del edificio.

Diagrama de acciones a implementar en obra nueva

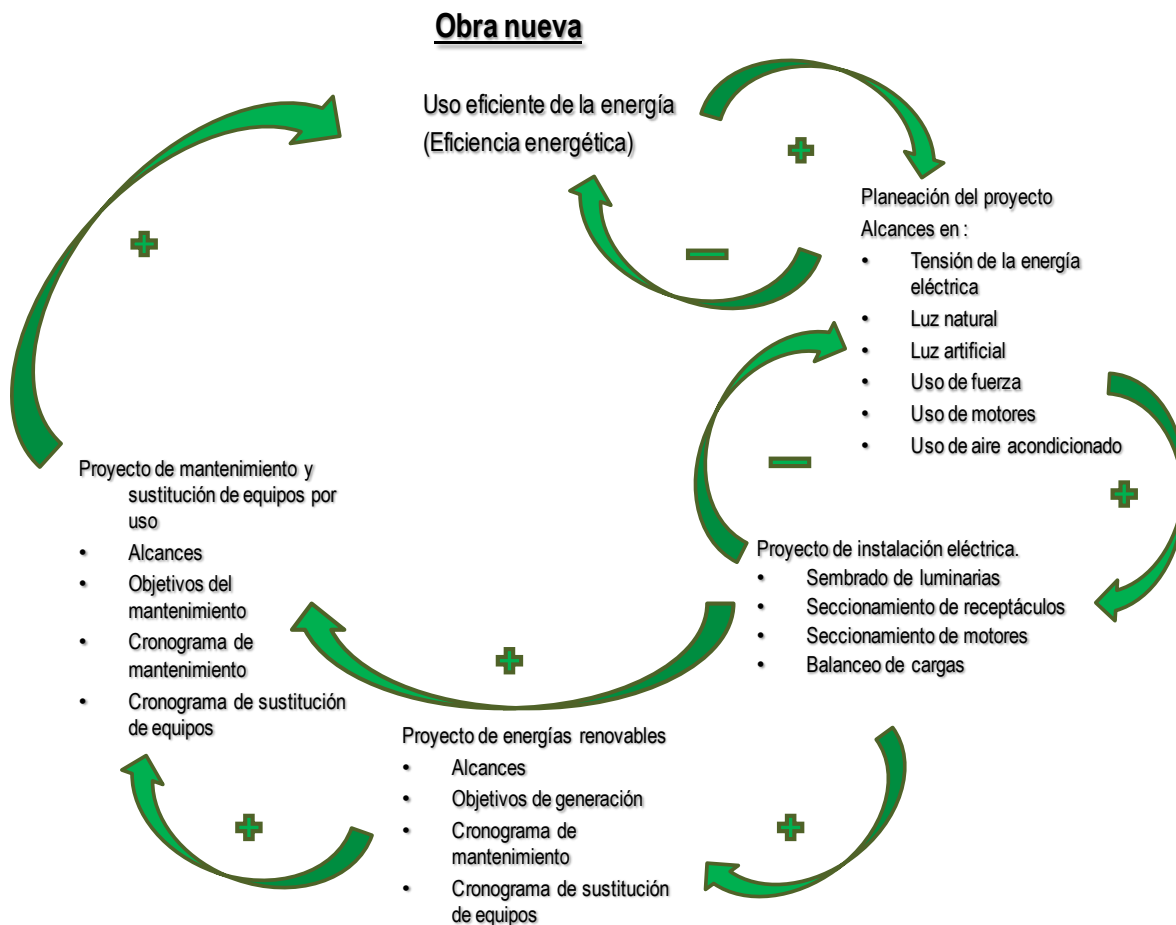


Ilustración 9 Diagrama del proceso de un proyecto tipo obra nueva.

Estas acciones se verán modificadas al paso del tiempo, ya que después de cinco años de uso, se sumaran las acciones en mantenimiento al edificio lo que nombraremos como obra existente.

5) Obra existente

El uso de las instalaciones de un edificio conllevan a un desgaste por uso, por lo cual se recomiendan ejecutar las siguientes acciones:

1. Modificaciones en la instalación eléctrica (Arreglo de tableros, sustitución de cableado, peinado de las instalaciones eléctricas, evitar empalmes, balanceo de fases, etc.)
2. Separación de tableros según su función (iluminación, fuerza, motores).
3. Seccionamiento de áreas, con el fin de cortar la corriente en áreas que no se ocupen en un determinado uso horario.
4. Sustitución de luminarias de tecnología obsoleta.
5. Colocación de filtros armónicos en tableros principales o principal.
6. Nueva medición para comparar el comportamiento de la instalación eléctrica y registrar si es necesario los ajustes para siguiente paso.
7. Solicitar a la CFE, cambio de contratación y migración a tarifa en media tensión. (Según sea el caso)
8. Sustitución de transformador de corriente eléctrica. (Un transformador en media tensión y otro en baja tensión con conexión a un medidor bidireccional).
9. Implementación de campo fotovoltaico para la generación de energía eléctrica, se estima una cosecha solar que por lo menos provea el 30% de energía en relación al consumo, con el fin que tenga un periodo de retorno de inversión (ROI).

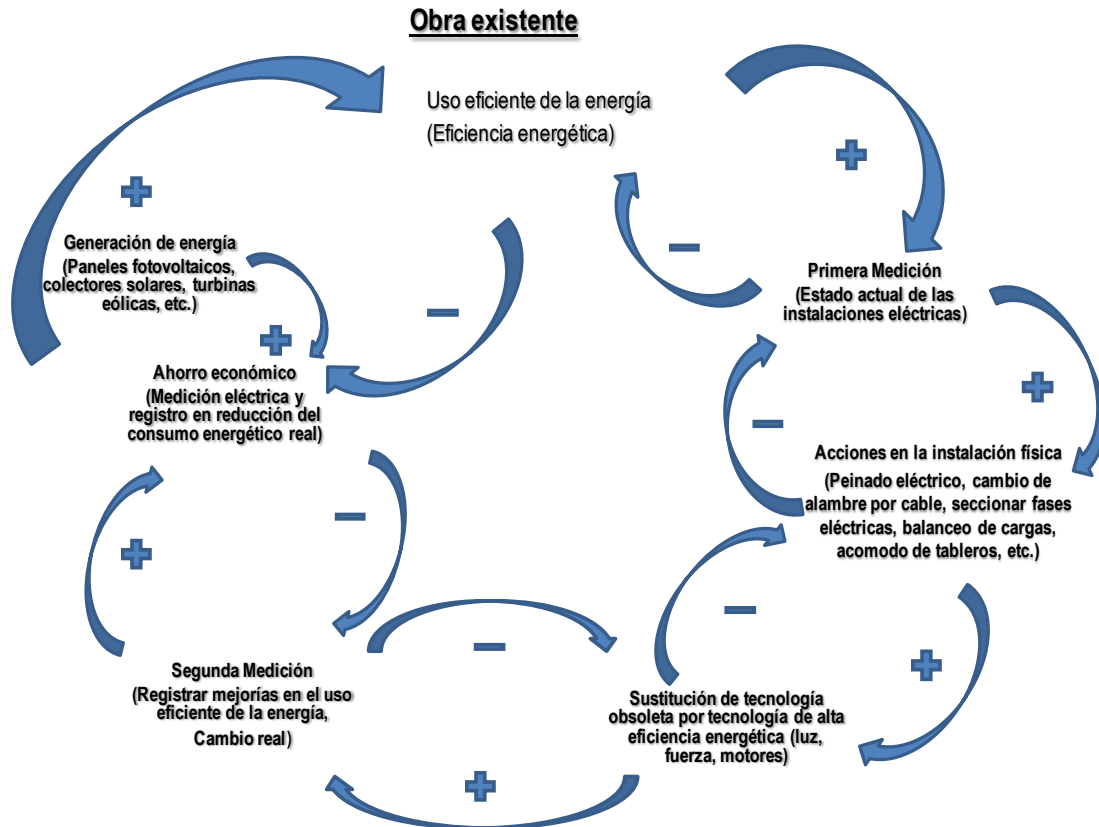


Ilustración 10 Diagrama de proceso de eficiencia energética en obra existente.

En consecuencia queda de manera general el siguiente diagrama.

Diagrama integral de acciones

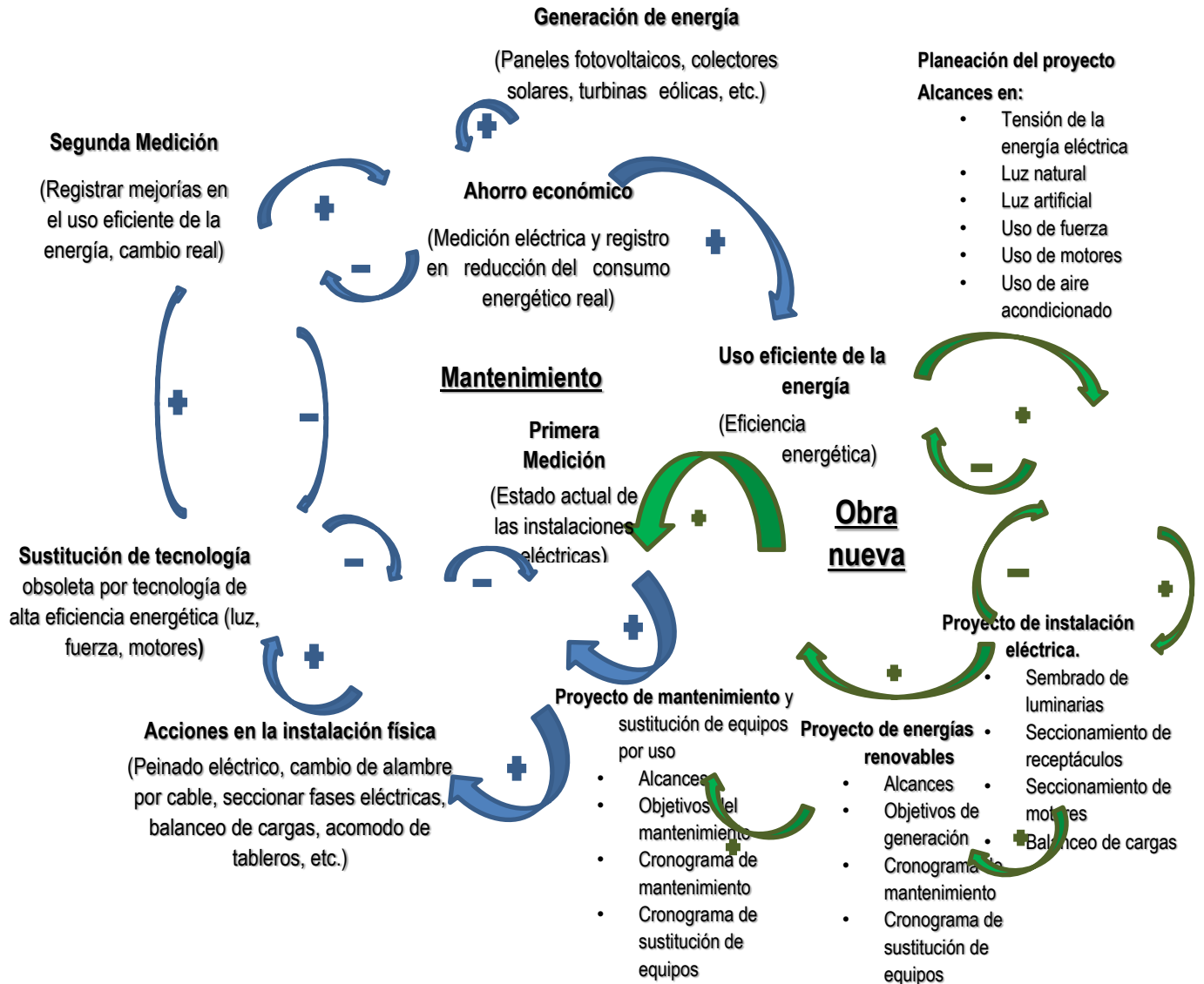


Ilustración 11 Diagrama de proceso de un proyecto integral.

Estas medidas garantizarán el buen uso de la energía, la eficiencia energética, el ahorro energético y económico, se adquieren también los beneficios por la generación de energía.

Indicadores generales para conseguir una Arquitectura Sustentable.

1. Delimitar el sistema territorial y arquitectónico deseado para el futuro.

Para poder conseguir una determinada meta, previamente se debe de visualizarse y definirse con precisión. Por ello se debe de tener una idea clara del tipo de arquitectura más conveniente para la sociedad en los próximos años. Una arquitectura que satisfaga las necesidades humanas, que asegure su salud y su bienestar. Una arquitectura verdaderamente integrada en los ciclos vitales de la Naturaleza, y que permita un mejor equilibrio social. En el caso de la restauración al revitalizar los centros históricos de las ciudades, se intensifica su repoblación y se reactiva la actividad económica de la zona delimitada por las características propias de edificaciones, se obtienen beneficios sociales y en la salud al no utilizar otras zonas para la obra nueva, desforestación de zonas suburbanas y se hace mejor uso de los recursos naturales, urbanos y sociales.

2. Diseñar un edificio autorregulado térmicamente

Se debe de regir el diseño por principio en la orientación del terreno, después se consideran los parámetros básicos de diseño como la forma del edificio, la masa, porosidad de sus envolventes, tipología arquitectónica, con el fin de que el edificio tenga al interior las condiciones de confort humano.

En ocasiones un correcto diseño no es suficiente para lograr este objetivo y se recurre al uso de tecnologías para alcanzarlo, se deberá de analizar cuál de estas tecnologías ofrece el menor uso de los energéticos y sea posible el acondicionamiento térmico con el mínimo consumo energético, esto es la eficiencia energética.

3. Diseño de los espacios con iluminación y radiación solar adecuada.

El diseño de los espacios interiores deberá de cumplir con la orientación adecuada por el tipo de actividad humana que se realice al interior, considerando la amplitud de los vanos y la proporción de los macizos para la protección o que permita al interior el paso de la luz solar, esto varía según el punto geográfico, latitud y longitud en que se encuentre el sitio del emplazamiento arquitectónico, en algunas ocasiones no basta el correcto diseño espacial, se requerirá del uso de luz artificial, en estos casos se debe de analizar como disminuir al máximo el uso de estos dispositivos y sólo utilizarlos en lo mínimo posible.

4. El Diseño como herramienta para la disminución al máximo de pérdidas energéticas.

El factor de la forma es determinante en el diseño que evite la pérdida o ganancia térmica al interior del edificio, por ello debe de considerarse las envolventes en el diseño y conocer su nivel de aislamiento térmico, las formas compactas y con tendencia a formas esféricas son las de menor pérdida térmica en relación de su superficie-área entre su volumen, las formas piramidales son las que tienen un factor de pérdida más alto.

Las formas alargadas, irregulares y complejas pueden llegar a tener un elevado coeficiente de forma, por lo cual su pérdida energética es mayor.







Cuerpo		Largo α	Área	Volumen	Relación SA/V	Relación SA/V para un volumen unitario
Tetraedro		lado	$\sqrt{3}a^2$	$\frac{\sqrt{2}a^3}{12}$	$\frac{6\sqrt{6}}{a} \approx \frac{14.697}{a}$	7.21
Cubo		lado	$6a^2$	a^3	$\frac{6}{a}$	6
Octaedro		lado	$2\sqrt{3}a^2$	$\frac{1}{3}\sqrt{2}a^3$	$\frac{3\sqrt{6}}{a} \approx \frac{7.348}{a}$	5.72
Dodecaedro		lado	$3\sqrt{25 + 10\sqrt{5}}a^2$	$\frac{1}{4}(15 + 7\sqrt{5})a^3$	$\frac{12\sqrt{25 + 10\sqrt{5}}}{(15 + 7\sqrt{5})a} \approx \frac{2.694}{a}$	5.31
Icosaedro		lado	$5\sqrt{3}a^2$	$\frac{5}{12}(3 + \sqrt{5})a^3$	$\frac{12\sqrt{3}}{(3 + \sqrt{5})a} \approx \frac{3.970}{a}$	5.148
Esfera		radio	$4\pi r^2$	$\frac{4\pi r^3}{3}$	$\frac{3}{r}$	4.836

Tabla 6 Relación del factor de forma de un edificio entre la superficie exterior y su volumen ($ff = S/V$)³⁴

Una vez que se ha diseñado bajo estos preceptos debe de determinarse el envolvente, calcular y analizar el comportamiento térmico de este en por cada cara del edificio, su capacidad de aislamiento por fachada y tipo de envolvente, las proporciones de los vanos y macizos según su orientación y tipo de clima.

5. Diseño en envolventes y forma para un costo mínimo de mantenimiento.

Se deben de considerar los factores de mantenimiento de un edificio como principios de diseño, los altos costos de mantenimiento han hecho que los edificios lleguen a un deterioro prematuro, para evitar este deterioro y evitar gastos innecesarios en el edificio, se pueden considerar materiales que cumplan con las características de las envolventes que requerimos para el confort térmico pero que también cumplan con un bajo costo de mantenimiento como los materiales que pueden ser aparentes y evitar la reinversión en acabados finales, que requieran una constante integración al edificio.

6. Reducción al máximo de equipos y artefactos consumidores de energía

A través de evaluaciones de los espacios se deben de tomar las decisiones de la viabilidad de implementación de equipos de alta eficiencia energética que sean factibles económicamente sin afectar el confort del habitante, estos estudios deben de realizarse por espacio y necesidad de manera puntual, tanto en iluminación como en confort térmico y abasto eléctrico.

³⁴ De Garrido, Luis. Arquitectura Energía-Cero, Editorial Monsa, 2014, pág. 10

7. Educación del habitante del espacio para lograr un ahorro en el consumo energético

Se debe de fomentar el uso eficiente de las instalaciones, a través de educar al habitante-usuario a hacer un uso correcto en el consumo de la energía, es decir, a los habitantes del edificio se les debe de educar que al dejar un espacio, deben de apagar la luz o evitar el consumo de agua mientras hacen actividades higiénicas, por ejemplo, al usar una sala de juntas, se pueden promover que la cafetera al calentar el agua se apague, esta mantendrá el agua caliente por determinado tiempo, al salir apagar las luces, desenchufar los equipos eléctrico o electrónicos, apagar el aire acondicionado, etc. Estas pequeñas medidas a la larga aportaran el mayor porcentaje de ahorro energético al edificio, se estima que algunas impresoras en estado de modo de espera, consumen 70% o más de la energía que cuando están encendidas, algunos aparatos (por ejemplo, el modem) consumen la misma cantidad de energía cuando están encendidos o apagados.

Visión en el desarrollo de un proyecto sustentable.

En un proyecto de obra nueva se deben de conceptualizar el término *construcción sustentable*, como algo que puede mantenerse en el tiempo, que su proceso se inicia desde la planeación, diseño conforme a las condiciones geográficas, climáticas y topográficas del sitio, el diseño del edificio y su sistema constructivo que lleve a un uso moderado y pensado en el aprovechamiento de los recursos de la manera más óptima posible durante el proceso constructivo, la gestión y monitoreo de los desperdicios propios de la obra y su manejo dentro y fuera de la construcción.



Ilustración 12 Pasos para la elaboración de un proyecto arquitectónico sostenible.

Esto requiere de un manejo completo del ciclo de vida de las construcciones, desde el pre diseño (que le llamaremos desde este punto en adelante como **primer diseño o diseño cero**, en donde se consideran las condicionantes del sitio *per se*), la etapa de conceptualización en donde se vierten las necesidades del habitante o usuario, espacios mínimos requeridos, espacios de conexión, etcétera, le llamaremos **diseño arquitectónico esquemático**, que sólo está destinada esta etapa a dar soluciones espaciales y de función. En base a este punto, es en donde se empiezan a concebir los conceptos de la Arquitectura bioclimática, Arquitectura pasiva, Eficiencia energética, uso de tecnologías de alta eficiencia, uso de tecnologías verdes o pasivas, cogeneración de energía, etc.; a este punto del proceso de la elaboración del proyecto lo dividiremos en tres partes, **diseño espacial bioclimático, diseño de instalaciones convencionales, diseño de instalaciones verdes**, estas tres partes deben de estar regidas por un mismo eje de diseño, su objetivo es crear espacios que usen la tecnología y procedimientos constructivos para lograr el máximo aprovechamiento de los recursos, tanto del sitio, como de materiales y energéticos, con el mínimo de impacto al medio ambiente.

Dentro de esta etapa se encuentra la **innovación tecnológica**, parte esencial de estas tres etapas de diseño, ya que determinará el uso o no de materiales, sistemas de instalaciones, procedimientos constructivos, valoración de uso de mixto de sistemas, etc. Después de esta valoración de los puntos de diseño entra en la etapa que llamaremos **Desarrollo del proyecto de diseño**, esta etapa conforma y consolida todos los diseños previos con sus consideraciones a la propuesta arquitectónica, tanto en materiales, como sistemas de instalaciones convencionales y verdes. Durante todo el proceso de diseño, se supervisa por lo que llamaremos **Gestión del proyecto**, la gestión del proyecto se encarga desde el momento de la concepción del proyecto arquitectónico sustentable hasta la previsión de la etapa de desconstrucción o demolición, pasando por la entrega del edificio, ocupación, su mantenimiento, monitoreo, reinversión.

En este grupo de gestión se encuentran los promotores, planificadores y operadores del funcionamiento de la edificación, encargados de la programación del proyecto, revisión de leyes y normas vigentes, organizan los grupos interdisciplinarios, elaboran el presupuesto, programan el desarrollo de la construcción, establecen prioridades, seleccionan el sitio, establecen los parámetros de inversión y de inyección de recursos.

Esquema de principios de diseño sustentable en obra nueva.

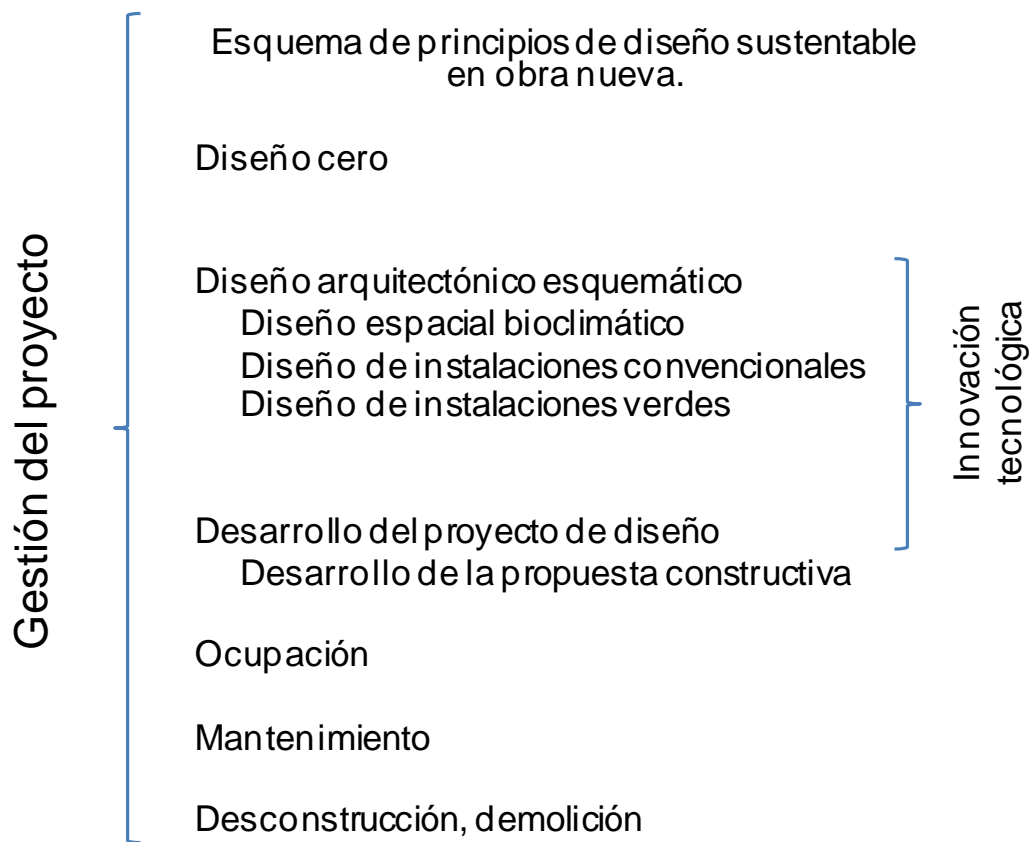


Ilustración 13 Esquemas de principios de diseño sustentable en obra nueva.

Del esquema anterior, resulta importante detallar lo siguiente:

Diseño cero

- Selección del sitio
- Pre diseño o planificación
- Efectuar investigación de proyectos similares (Análogos)
- Revisión de leyes y normas
- Establecer prioridades
- Organización del equipo o equipos de trabajo multidisciplinario
- Desarrollo de estrategias de trabajo por equipo o equipos de trabajo
- Establece el programa de trabajo por objetivos, metas, tiempos de ejecución, etc.

Diseño arquitectónico esquemático

- Diseño esquemático de los espacios
- Confirmación de los criterios de diseño sustentable
- Desarrollo de procedimientos y soluciones ambientales
- Viabilidad de procedimientos constructivos de bajo impacto ambiental
- Viabilidad de sistemas y tecnologías de bajo impacto ambiental
- Factibilidad económica de implementación de tecnologías de alta eficiencia
- Factibilidad económica de implementación de tecnologías de generación de energía
- Estimación de costos

Diseño espacial bioclimático

- Diseño espacial con simulación de comportamiento térmico
- Cálculo de comportamiento térmico
- Propuesta de uso de materiales
- Propuesta de procedimiento constructivo
- Estimación de costo económico

Diseño de instalaciones convencionales

- Propuesta de diseño de instalaciones convencionales
- Diseño de ramales de distribución de instalaciones convencionales.
- Cálculo de instalaciones convencionales
- Propuesta de uso de materiales
- Propuesta de procedimiento constructivo
- Estimación de costo económico

Diseño de instalaciones verdes

- Establecer prioridades en uso de energía
- Determinar objetivos mínimos de eficiencia de uso energía
- Determinar objetivos mínimos de ahorro de energía
- Determinar objetivos mínimos de generación de energía
- Propuesta de diseño de instalaciones verdes
- Diseño de ramales de distribución de instalaciones verdes.
- Cálculo de instalaciones verdes
- Propuesta de uso de materiales
- Propuesta de procedimiento constructivo
- Estimación de costo económico

Desarrollo del proyecto de diseño

- Desarrollo del proyecto de diseño bajo los parámetros del Diseño arquitectónico esquemático
- Propuesta de diseño arquitectónico
- Revisión de las soluciones sustentables dentro de la propuesta arquitectónica
- Revisión de propuestas de materiales
- Revisión de propuestas de procedimientos constructivos
- Revisión de propuestas de implementación de tecnologías
- Revisión de propuestas de instalaciones de alta eficiencia energética
- Revisión de propuestas de instalaciones convencionales
- Revisión de propuestas de instalaciones verdes
- Revisión de propuestas de cálculo en instalaciones
- Examinar y seleccionar soluciones
- Elaboración de especificaciones
- Verificación de costos

Desarrollo de la propuesta constructiva

- Revisar y proponer productos y materiales ambiental mente benignos
- Revisión de datos de análisis de materiales
- Seguimiento del proyecto de construcción
- Establecer un programa de supervisión de instalaciones con pruebas, operación y actualización de manuales, entrenamiento del personal para el uso e implementación de nuevas tecnologías.

- Separación de desechos de producto de obra en biodegradables, inorgánicos, tóxicos, biológicos infecciosos, residuos peligrosos, etc.
- Etiquetado y confinamiento de productos de desecho de obra que requieran un tratamiento especial
- Seguimiento de los productos de desecho en obra y su confinamiento
- Seguimiento de tratamiento de productos de desecho en obra y su confinamiento
- Limpieza del terreno programada para evitar su contaminación por productos de desecho de obra.

Ocupación

- Elaboración de un programa de mantenimiento para el usuario
- Programa de revisión de las instalaciones según especifique el fabricante por instalación
- Entrega de manuales de operación de los diferentes sistemas del edificio
- Entrenamiento al personal de mantenimiento del edificio para el buen uso de las instalaciones.
- Evaluación de instalaciones pos ocupación

Mantenimiento

- Asesoría de mantenimiento por tipo de instalación
- Programa de monitoreo de instalaciones
- Programa de monitoreo de comportamiento térmico por espacios
- Programa de monitoreo de comportamiento energético
- Evaluación de información

Desconstrucción, demolición

- Programa de manejo de residuos o desechos propios del uso del edificio, separados por su origen (orgánico, inorgánico, peligroso, biológico infeccioso, tóxico, etc.)
- Programa de manejo de residuos peligrosos para su tratamiento, adecuado a su origen bajo las prescripciones ambientales.
- Programa de desmontaje de elementos y materiales constructivos susceptibles a reciclaje al término de su vida útil.
- Programa de desmontaje de elementos y sistemas de instalaciones susceptibles a reciclaje al término de su vida útil.
- Programa de desmontaje y tratamiento de materiales de construcción que no tengan un tratamiento de reciclaje y se necesite un tratamiento especial.

Este esquema puede adaptarse a un proyecto de restauración, considerando que la obra ya existe, algunos de los puntos cambian en su orden, siendo que para lograr el objetivo, no sólo en la propuesta de restauración, dentro del grupo transdisciplinario, deberá de ser dirigido por un profesional de la restauración, ya que él puede concebir el todo de la problemática de la intervención. Porque este profesional tiene la consciencia de evitar el mayor daño posible a un edificio de valor histórico y tratar de aprovechar al máximo los espacios confinados de este para el beneficio del habitante, esto se ve reflejado en lo establecido en el Reporte de la Comisión Mundial para el Desarrollo y Medio Ambiente de 1987.

La obligación moral del sector de la construcción ante los criterios aludidos, significa contribuir a la herencia para las futuras generaciones, de recursos suficientes que les permitan tener una calidad de vida al menos igual a la que tenemos actualmente³⁵.

Visión en el desarrollo de un proyecto de restauración sustentable.

En el quehacer de un restaurador se encuentra la ética moral y profesional de tratar de conservar en lo más posible el estado original con sus materiales y sistemas constructivos, pero se encuentra con el problema de tratar de crear un espacio que cumpla con las necesidades actuales del habitante, como es posible que un edificio concebido hace cuatrocientos años pueda adaptarse a las necesidades del siglo XXI, y aún sumar los principios de la sustentabilidad, eficiencia energética y energías renovables o verdes dentro de su planteamiento de recuperación de un inmueble, la restauración no es una tarea fácil, ya se había mencionado a Viollet Le Duc que se refiere al restaurador en su razonamiento como aquella persona que tiene bajo su quehacer el conservar este espíritu, al hacer la reflexión que cita así.

...si él quiere, no solamente parecer sincero, sino acabar con su obra con la conciencia de no haber abandonado nada al azar y no haber arriesgado a engañarse a sí mismo.³⁶

Así mismo el Arquitecto actual debe de estar consciente de tratar de preservar en lo más posible al edificio, su entorno físico y el impacto que pueda producir al medio ambiente, se ha estado explicando que es parte de la memoria de una sociedad, que es lo más importante en el legado a las futuras generaciones de esa sociedad y deberá de ser tratado con respeto y procurando conservar los recursos naturales que permitan una calidad de vida igual al momento de la intervención arquitectónica.

³⁵ Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future

³⁶ Viollet Le duc, Eugéne, Diccionario Razonado de Arquitectura Francesa del siglo XI al XVI, 1854-1868. Tomo VIII, Pág. 34

Sin duda, guiar la intervención sobre un monumento histórico y controlar técnicamente su desarrollo, es una labor profusamente compleja. Se trata de la ejecución del proyecto de restauración, que mientras más elaborado y preciso es, en la misma medida puede preverse su conservación. El primer paso de la intervención es el establecer la razón para restaurar el inmueble y crear un nuevo uso o recuperar los espacios que estén en desuso. Para lo cual, se requieren de pasos consecutivos que limiten los alcances del mismo: Prospección, documentación, justificación, programa arquitectónico y proyecto de intervención antes de cualquier acción de obra.

Se deben de tomar en cuenta que la visión de este planteamiento deberá de estar bajo los siguientes conceptos para poder llevar a cabo una mejor solución que abarque lo mencionado anteriormente.

1. **Conservación de los recursos.** Se refiere a la reducción del consumo de los recursos tanto naturales renovables y no renovables como energéticos.
2. **Minimización de residuos.** El fin de este concepto es poder reutilizar o reciclar algunos de los componentes de los elementos existentes en el edificio o reducir al máximo el desperdicio al integrar o reintegrar materiales.
3. **Protección a la naturaleza.** Conservar los sistemas de soporte para la vida y el medio ambiente natural, durante las actividades de planeación, construcción, operación y mantenimiento del edificio.
4. **Uso de productos no tóxicos.** Se deben de utilizar materiales o acabados que su procedencia sea lo menos industrializada posible o evitar a aquellos materiales que puedan desprender durante su tiempo de vida, sustancias tóxicas.
5. **Mejorar la calidad de vida.** El mejorar la calidad de vida al interior o exterior del edificio se refiere al interior tener un cambio constante de aire, a través de ventilación natural, o el uso de la iluminación natural para un estado de confort benigno al ocupante, materiales que produzcan la sensación de bienestar y confort al habitante.³⁷

³⁷ López López, Víctor Manuel Dr., Sustentabilidad y Desarrollo Sustentable, Editorial Trillas, Reimpresión 2009, Pág. 89



Diseño	Diseño arquitectónico Diseño urbano Diseño para intervención en restauración
Recursos naturales	Consumo de energía Consumo de agua Uso del suelo Selección de materiales
Ambiente saludable	Calidad ambiental interna Calidad ambiental externa
Efectos ambientales	Operación de la construcción Desarrollo del ciclo de vida Desconstrucción o demolición

Tabla 7 Cuadro de conceptos fundamentales que deben ser abordados por la construcción sustentable³⁸

Elaboración de programa preliminar de acciones para un proyecto de restauración	<ul style="list-style-type: none"> • Prospección • Documentación Histórica (Antecedentes y transformación del inmueble al paso del tiempo) • Documentación gráfica (Fotografías históricas, planos de intervención, etc.) • Planteamiento de la conformación original del edificio y sus espacios que lo conforman • Programa arquitectónico de nuevas necesidades y uso del inmueble.
Proyecto de Intervención	<p>Planos de acciones preliminares</p> <ul style="list-style-type: none"> • Levantamiento • Fábricas • Daños <p>Planos de acciones</p> <ul style="list-style-type: none"> • Liberación • Consolidación • Integración • Reintegración
Proyecto de Intervención sustentable	<p>Planos de implementación de</p> <ul style="list-style-type: none"> • Instalaciones convencionales • Instalaciones de generación de energía • Instalaciones de ahorro de energía • Instalaciones de uso eficiente de los recursos • Materiales y sistemas constructivos de bajo impacto ambiental • Manejo de residuos de obra
Gestión de proyecto	<p>Programa de manejo de residuos de obra</p> <p>Programa de tratamiento de residuos de obra</p> <p>Programa de etiquetado y confinamiento de residuos peligrosos producto de obra</p> <p>Programa de seguimiento de residuos de obra</p>

Tabla 8 Cuadro de conceptos fundamentales para un proyecto de restauración.

³⁸ López López, Víctor Manuel Dr., Sustentabilidad y Desarrollo Sustentable, Editorial Trillas, Reimpresión 2009, Pág. 88

Se puede concretar que en el caso de la Restauración sustentable, se consideran los mismos aspectos de la obra nueva más los preceptos de la restauración, con el fin de crear una propuesta arquitectónica que sea capaz de poder sostener los gastos de mantenimiento, obtener ahorros económicos por disminuir y generar su energía, obtención de beneficios sociales al minimizar su impacto a su entorno inmediato al reducir su consumo de agua y energéticos, mitigar la emisión de residuos en el aire, suelo y agua, beneficios a la salud por la mitigación de estos residuos al exterior y al interior por el uso de materiales ambientalmente benignos y controlar, confinar, seleccionar y tratar sus residuos tóxicos.

Esquema de principios de diseño sustentable en restauración.

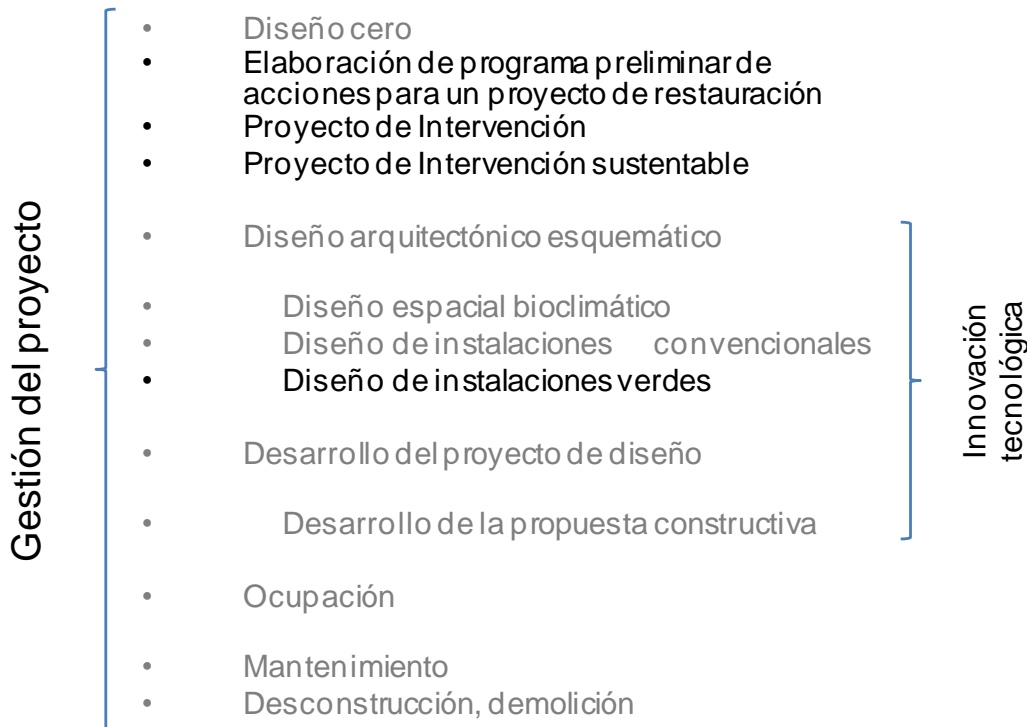


Ilustración 14 Esquemas de principios de diseño sustentable en restauración.

Capítulo 2

Área de estudio

Centro de la Ciudad de México.

Al erudito Cervantes de Salazar debemos la primera descripción de la ciudad tal como era en 1554³⁹, "Escribió tres diálogos latinos en los cuales un vecino de México-Zuazo, paseaba a varios españoles recién llegados y les sirve de guía.

Quando Zuazo dice que están ya en la plaza y su huésped diga si a visto otra que le iguales en grandeza y majestad, el forastero Alfaro lanza siete exclamaciones: "¡Dios mío!, ¡Cuán plana y extensa!, ¡Qué alegre!, ¡Qué adornada de altos y soberbios edificios por todos los cuatro vientos!, ¡Qué regularidad!, ¡Que belleza!, ¡Qué disposición y asiento!. Hízose así tan amplia -explica Zuazo_ para que no sea preciso llevar nada a otra parte. Aquí se celebran las ferias o mercados, se llevan almonedas y se encuentran toda clase de mercancías. Aquí acuden los mercaderes de toda esta tierra con las suyas, y en fin, a esta plaza viene cuánto hay de mejor en España.

Los forasteros admiran, ante todo, el palacio real, las columnas y los arcos que sostienen los corredores, las tiendas de los bajos y las voces de los tratantes".⁴⁰



Imagen 1 Vista de la villa de México con su lago, imagen sustraída del libro "Historia de la Ciudad de México, Volumen II, Página 33.

Ilustración 15 Vista de la villa de México con su lago. ⁴¹

³⁹ Benítez, Fernando, (ed.) 1984, Historia de la Ciudad de México, Editorial Salvat, Tomo II, Pág. 31

⁴⁰ Ibíd .- Página 9

⁴¹ Ibíd .- Página 33

La plaza de la Ciudad de México fué la primera del mundo hispánico en tener grandes dimensiones, la primera traza de la plaza principal fue hecho por el alarife Alonso García Bravo, poco después de la caída de México - Tenochtitlán.

Hernán Cortés y Alonso García Bravo mantuvieron los cuatro calpullis (sectores de la ciudad), pero dispusieron una traza rectangular al estilo europeo, trazando calles y avenidas de forma rectangular, con la sede de los principales poderes en torno a la plaza. En 1564 se construyó después de un gran incendio y por orden de Felipe II, la Plaza Mayor de Valladolid y en 1621 la Plaza Mayor de Madrid, le siguieron las plazas de Segovia, León y Córdoba.

Una vez decidido dónde se edificaría la nueva ciudad, Cortés ordenó a Alonso García Bravo que se sujetara a los elementos urbanos que quedaban de la anterior ciudad azteca; tal era el caso del templo mayor que se encontraba dentro del centro ceremonial y cuya destrucción era imposible a corto plazo; así como las acequias, que no era posible cegar de golpe; de las calzadas principales, que llegaban a los muros de dicho centro ceremonial; del palacio de Axayácatl, que se convirtió en parte de la nueva ciudad, así como el palacio nuevo de Moctezuma, el palacio de Cihuacóatl; las casas de los nobles y la casa de Cuauhtémoc.

Alrededor de la Plaza Mayor, se construyeron con las ruinas del Templo Mayor y las edificaciones mexicas, la Catedral y el Palacio del Virrey (después Palacio Nacional), para simbolizar el cambio de poderes religioso y político que estaba operando en lo que sería el virreinato de la Nueva España. En el costado poniente se establecieron varios comercios, los cuales dieron origen al Portal de Mercaderes.

Durante los primeros tiempos coloniales, la Plaza estaba circundada al norte por la nueva iglesia, y al este por el nuevo palacio de Cortés, construido sobre y con las ruinas del palacio de Moctezuma. En el lado oeste de la plaza, los Portales de Mercaderes fueron construidos, al sur de Cortés, otro palacio, el Palacio del Marqués del Valle de Oaxaca. En el lado sur, fue el Portal de las Flores. Al lado de este portal fue dispuesto el Palacio del Ayuntamiento, sede del gobierno de la ciudad desde entonces. Ambos estaban detrás de la Acequia Real de la Ciudad de México. Los españoles acostumbrados a las trazas urbanas de Europa, que por motivos defensivos seguían el esquema de villas-fortalezas en donde las calles son angostas y los muros son altos y gruesos, para la ciudad de México, se respetan el trazo de las calzadas, la morfología de plazas, los anchos de calles y muchas de sus acequias permanecieron intactas y agregándose a la nueva ciudad.

Después de iniciada la construcción de la nueva catedral en 1576, la fisonomía de la Plaza ha cambiado.

La antigua iglesia estaba dirigida hacia al oriente y no a la propia Plaza. La nueva Catedral, concluida hacia 1657 y de tres naves, alzaba hacia el sur sobre la plaza y que dan al área una orientación norte-sur, que existe hasta nuestros días.

Ubicación de los edificios principales y calzadas, en el centro de Tenochtitlán sobre un plano de la Ciudad de México:

1. *Centro Ceremonial Azteca*
2. *Palacio Nuevo de Moctezuma.*
3. *Palacio de Axayácatl*
4. *Palacio de Cihuacóatl*
5. *Casas de los nobles*
6. *Casa de Cuauhtémoc*
7. *Calzada a Tepeyac*
8. *Calzada Tlacopan*
9. *Al embarcadero de Texcoco*
10. *Calzada de Iztapalapa*
11. *Calzada a Tlaltelolco*

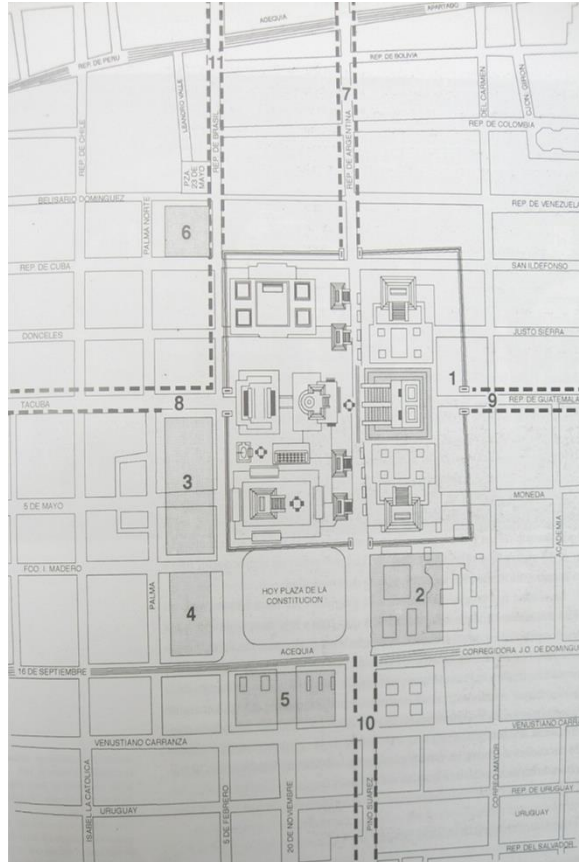


Ilustración 16 Plano con la ubicación de los templos mexicas y los edificios españoles superpuestos, indicando la traza europea sobre la traza indígena.

Las inundaciones siempre fueron un problema para la Plaza y la ciudad en general. La plaza se inundó en 1629, llegando las aguas hasta dos metros de altura, destruyendo muchos de los comercios ubicados allí y que requirieron ser reconstruidos.

Situación actual de los edificios de valor patrimonial.

Estos edificios se pueden establecer en un espacio de tiempo, desde el principio del siglo XVI al final del siglo XIX, en donde se mantienen los procesos constructivos y materiales para su edificación sin grandes modificaciones en materiales o concepciones espaciales, presentan una gran superficie de construcción y sus fachadas ornamentadas.

En segundo lugar, se encuentran los edificios conocidos por el concepto de taza y plato, mismos que contaban con comercios en la planta a nivel de calle y la habitación en la planta subsecuente, donde el comercio ayudaba a la manutención de la habitación.

Con el fin de delimitar el área de estudio, resulta importante conocer los límites territoriales en donde se ubican estas edificaciones, para ello se cita el texto del Arq. Alejandro Suárez Pareyón⁴², en donde se establecen los límites y características más importantes del Centro Histórico de la Ciudad de México⁴³.

El espacio urbano del Centro Histórico está subdividido en dos perímetros identificados con las letras “A” y “B”; el denominado perímetro “B” es el límite exterior del Centro Histórico, el perímetro “A” define los límites de una fracción interior en donde se localiza el mayor número de edificios y espacios públicos reconocidos por su valor histórico y cultural.

(véase ilustración 17).

⁴² Suárez Pareyón Arq. Alejandro, 2009, Seminario Permanente de Investigación “Centro-Periferia”, Facultad de Arquitectura de la UNAM.

⁴³ El 11 de abril de 1980, por decreto presidencial, se declaró la existencia de una zona de concentración de monumentos históricos al que se le llamó Centro Histórico de la Ciudad de México, ocupando un área de 9.1 kilómetros cuadrados que coincide en términos generales con el espacio ocupado por la Ciudad de México durante la mitad del siglo XIX.

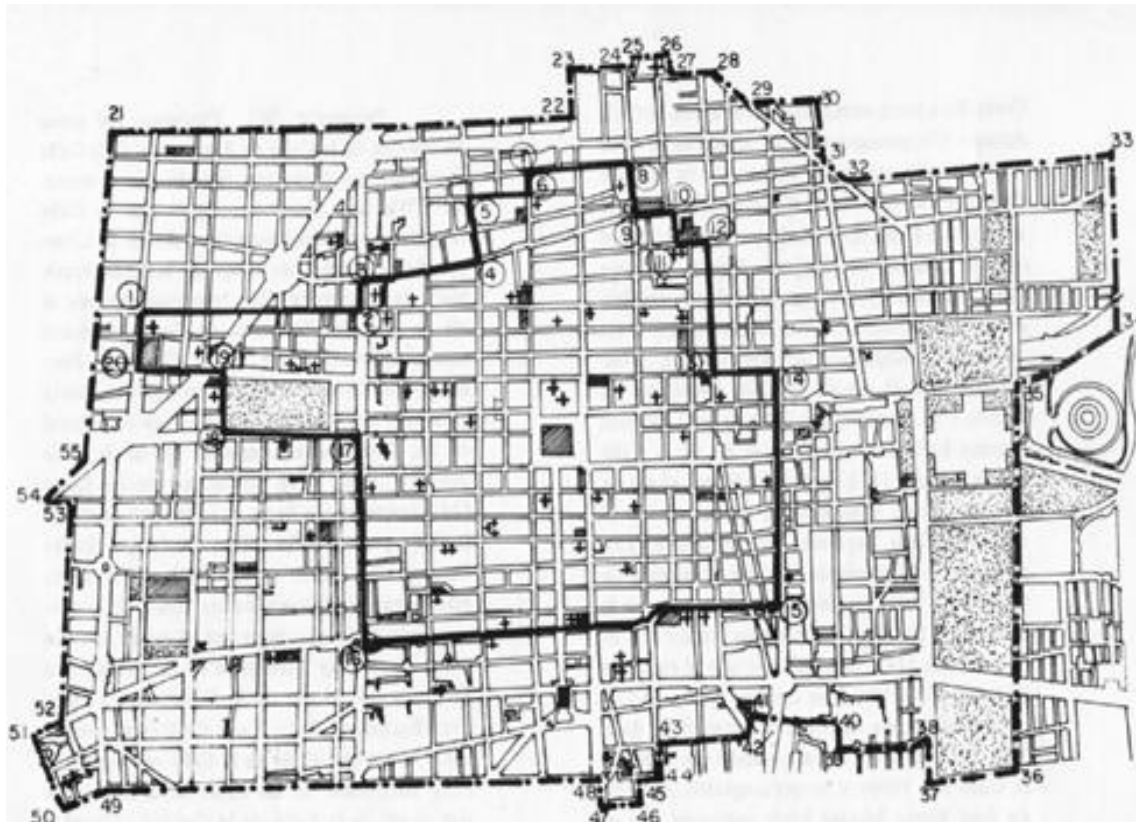


Ilustración 17 Delimitación del primer y segundo cuadro de la Ciudad de México. Fuente: Instituto Nacional de Antropología e Historia.

Suárez Pareyón hace mención que el Centro de la Ciudad de México se distingue por lo siguiente:

- 9.7 Km²
- 668 manzanas
- 9,263 predios.
- 1,681 edificios catalogados (ALDF, 2000).

Además es parte de una metrópoli integrada por:

- 19.1 millones de habitantes.
- 1.2 millones de personas diarias como población flotante que realiza alguna actividad en el centro de la Ciudad.

En 1987 la UNESCO declaró al Centro Histórico de la Ciudad de México (perímetro “A”) Patrimonio Cultural de la Humanidad.⁴⁴ Es notable observar que hasta 1970 más de 90% de las viviendas existentes en el perímetro “B” del Centro Histórico eran alquiladas, mientras que para 2000 la proporción había cambiado a únicamente 32%. Evidentemente la carencia de una oferta de alquiler barato en el Centro Histórico tiene mucho que ver con la expulsión de la población residente.

Por otra parte, la evolución demográfica que vive la ciudad y el Centro Histórico en particular, implica una tendencia a la disminución en el número de ocupantes por vivienda, así hace 3 décadas (1970) una vivienda era ocupada por 4.9 personas, en cambio en 2000 el número de ocupantes de cada vivienda había disminuido a 3.8 personas. En 2005, la población del Centro Histórico se redujo a 145 mil habitantes, ubicados en 45 mil viviendas. De acuerdo al patrón histórico de distribución de población y vivienda observado en la ciudad virreinal y decimonónica, las zonas más densamente pobladas siguieron ocupando la herradura en torno a la Plaza de la Constitución, particularmente al norte y oriente, con rangos de densidad comprendidos entre 101 y 250 hab./ha.; y concentraciones, ya observadas en los períodos anteriores, en los Barrios de Tepito, Atzacualco y La Merced, cuyos rangos de densidades mayores comprenden entre 250 y 380 hab./ha, que en este caso se extienden hacia los bordes del Perímetro B, sobre la Colonia Morelos al oriente y Colonia Guerrero al poniente; lo que en principio se puede interpretar como el inicio de un proceso de re poblamiento de áreas periféricas del Centro Histórico.

⁴⁴ Durante la elaboración del Programa Parcial de Desarrollo Urbano del Centro Histórico se realizaron mediciones sobre varias cartografías, incluyendo la cartografía catastral y se pudo determinar que el perímetro “B” del Centro Histórico tiene una superficie de 9.7 km².

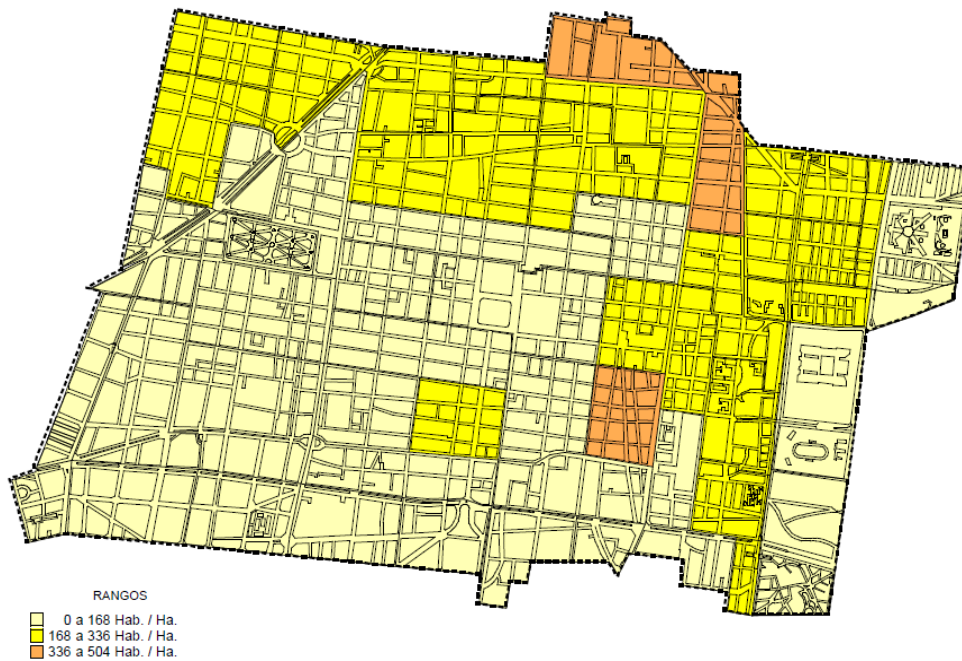


Ilustración 18 Plano del Centro de la Ciudad de México con densidad de población, Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de Cuauhtémoc.

Al quedar despoblado el Centro Histórico de la Ciudad de México, se fueron abandonando paulatinamente los edificios de vivienda, algunos de estos edificios se convirtieron en bodegas para los comercios establecidos e informales, algunos edificios como vecindades, se transformaron en centros de prostitución y giros negros, como la reproducción ilegal de películas, música, software, etc. Al transcurrir el tiempo y por la inseguridad provocada por estos tipos de negocios, los edificios habitacionales se abandonaron, los dueños de estos edificios al no obtener una fuente económica, dejaron al olvido sus predios y edificaciones, lo que provocó que se derruyeran, ya que era más barato dejar perder el edificio a tratar de restaurarlo.

La memoria perdida de la sociedad y sus consecuencias.

Al transcurrir el tiempo, la Ciudad de México ha sufrido el deterioro de sus edificios ubicados en el centro de la ciudad; en algunos casos fueron edificios que prestaban servicios religiosos como de ayuda a la sociedad y por supuesto viviendas particulares, estos edificios mutilados, seccionados o simplemente desaparecidos en algún momento sirvieron como referencias o hitos urbanos, por ejemplo; al norte se encontraba El convento de Santo Domingo y el templo de San Lorenzo que marcaban los límites de la ciudad en esa orientación, en el sur lo marcaba los Arcos de Belem y el Templo de Montserrat al oriente se encontraba el templo de la Merced y al poniente El Hospicio de Pobres y el Templo de San Diego y el templo de San Fernando. Algunos de estos edificios desaparecieron por completo o sólo se quedó el templo o alguna sección del edificio como en el caso del templo de la Merced que tan sólo queda el patio central.

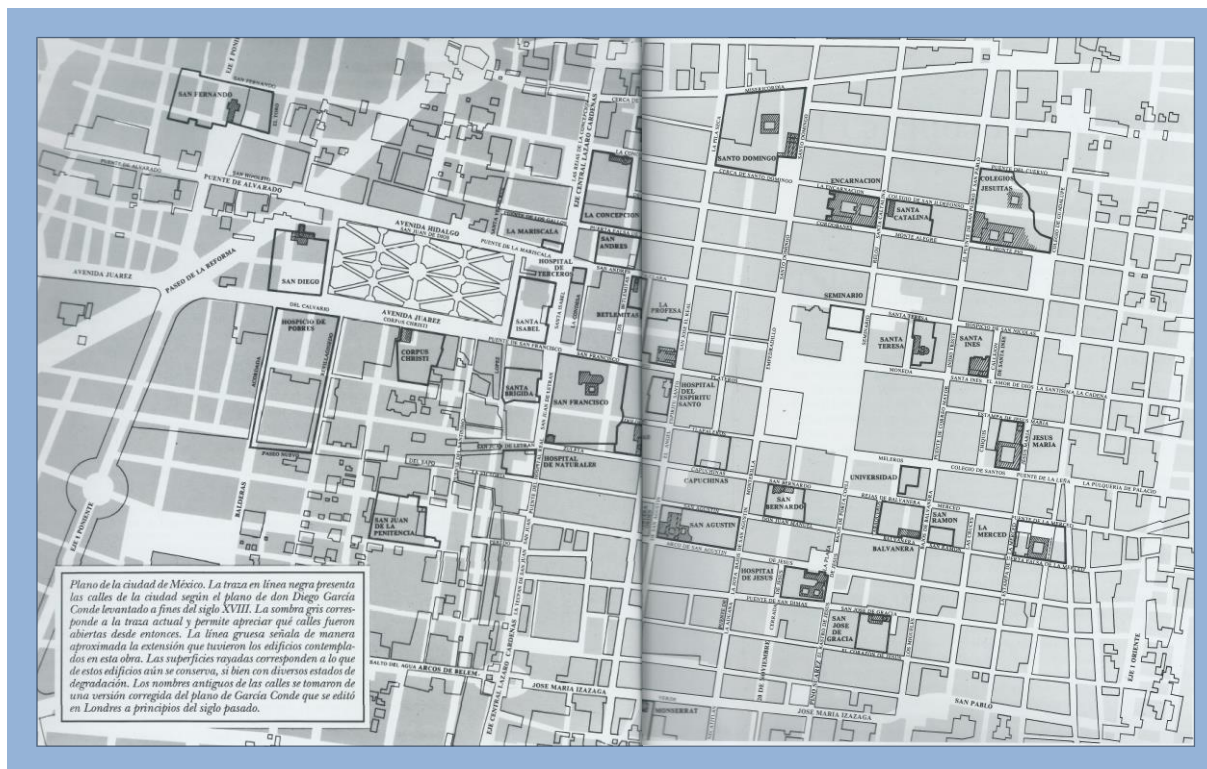


Ilustración 19 Plano del Centro de la Ciudad de México, muestra la traza original y sobre pone la traza actual de la ciudad, se marcan la ubicación de los edificios religiosos y los límites que tenían sus predios originalmente, imagen sustraída del libro "La Ciudad de los Palacios, crónica de un patrimonio perdido", Tovar de Teresa, Guillermo, Páginas XII y XIII.

La pérdida de algunos de los edificios y la mutilación de otros ha erosionado la memoria de la sociedad en la que está inmersa la ciudad, se han disipado algunas de las costumbres o la vida misma de sus calles, antiguamente se agrupaban los gremios de algunos oficios por calles, reconocer una calle por llevar a un templo, convento, hospital u hospicio.

Pero esto no es nuevo, desde la traza original que aprovecho el soldado Alonso García Bravo en donde dispuso la traza regular de las calzadas de México Tenochtitlán para repartir los solares entre los conquistadores, más tarde se reorganizó la ciudad bajo el tratado de *De re aedificatoria* de Leonne Battista Alberti, bajo el virreinato de Antonio de Mendoza en 1535 a 1550, se designaron algunos predios para templos y plazas, como lo muestra el plano de Uppsala.

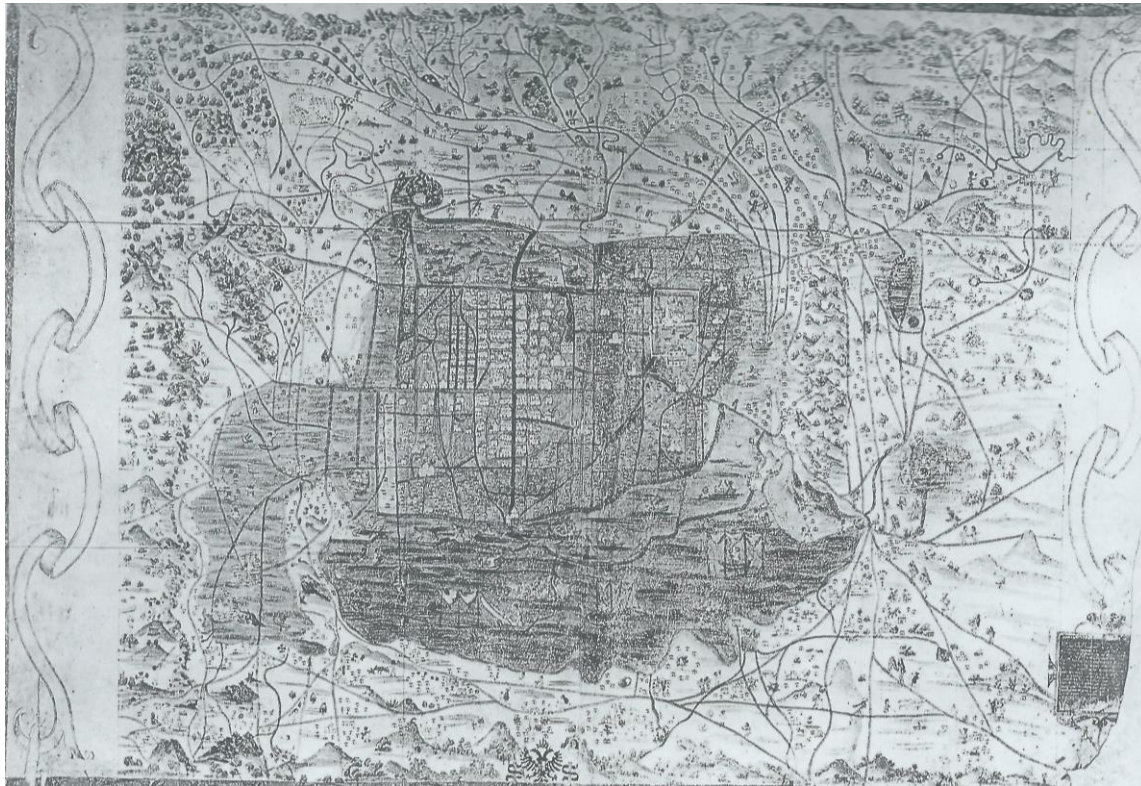


Ilustración 20 Plano del Centro de la Ciudad de México (Circa 1550), muestra la traza del plan urbano renacentista, El plano esta orientado con el norte a la derecha, se conservan las tres calzadas principales (Tacuba, Tepeyac e Ixtapalapa), imagen sustraída del libro "La Ciudad de los Palacios, crónica de un patrimonio perdido", Tovar de Teresa Guillermo, Páginas 20.

En esta disposición se nombraron con sus nombres antiguos los pueblos que rodeaban a la ciudad como Tacubaya, Coyoacán Atzapotzalco, Tlalpan, Tlahuac, Xochimilco, etc.



Fueron nombradas algunas calles con los nombres o eventos que evocaban algunas acciones que ocurrieron en ellas, por ejemplo, Puente de Alvarado, Ballesteros en memoria de los soldados con ballesta, de los Donceles y las Doncellas, de los Bergantines que llevaba a San Lázaro y posteriormente se conocería como de las escalerillas por tener las escaleras por donde se entraba al apside de la Catedral cuando se construía, hoy República de Guatemala.

Se conservaron las calles y los solares hasta mediados del siglo XIX cuando se empezaron a abrir las calles sin importar destruir conventos y edificios para dar paso a calles y avenidas como la calle de Independencia que derribó al templo de San Francisco en 1856, en 1861 se destruyó San Bernardo para dar paso a la calle de Ocampo y el convento de las capuchinas sufrió el mismo destino al abrirse la calle de Lerdo corriendo con la misma suerte la Capilla de Servitas y varias de las dependencias del convento franciscano; varias edificaciones sufrieron este destino al ampliar calles como los portales, que se destruyeron para la ampliación de la calle 16 de Septiembre. En 1910 se conservaban los tradicionales nombres de las calles y se cambiaron después de la revolución mexicana por la de aquellas Repúblicas que reconocieron al gobierno revolucionario.

Con el siglo XX de nuevo se destruyeron edificios para dar paso a avenidas como 20 de Noviembre que derrumbó la casa del Conde de Cortina y San Bernardo, Desaparición Santa Brígida y el Hospital Real de Indios al abrirse San Juan de Letrán, Avenida Pino Suárez eliminó la fachada del Hospital de Jesús.

Hipótesis

Al implementar los principios de eficiencia energética y tecnologías pasivas a un proyecto de restauración, se obtendrán instrumentos de impacto positivo a un edificio de valor patrimonial que contribuirá a la conservación de la memoria tangible de la Nación.

Objetivo general

El objetivo de esta investigación es encontrar los mecanismos de implementación de sistemas de generación y eficiencia energética que al instalarse en un edificio de valor patrimonial crearán conocimiento y las bases del diseño en restauración sustentable.

Acciones

1. Evaluar los factores económicos para hacer viable y factible la implementación de los principios de sustentabilidad como son:
 - Inversión inicial.
 - Retorno de inversión a valor presente.
 - Retorno de Inversión a valor futuro.
 - Depreciación de equipos y sistemas.
 - Reinversión en equipos.
 - Programación financiera de reinversión en sistemas.
2. Evaluar los factores ambientales para hacer viable y factible la implementación de los principios de sustentabilidad como son:
 - Mitigación de los Gases de Efecto Invernadero (GEI)
 - Mitigación de contaminantes sólidos
 - Mitigación de residuos sólidos
 - Manejo responsable del agua
3. Evaluar los factores sociales para hacer viable y factible la implementación de los principios de sustentabilidad como son:
 - Beneficios a la salud
 - Beneficios en el manejo de residuos sólidos
 - Reciclaje de materiales para su reutilización.
 - Impacto positivo en la huella ambiental en su entrono inmediato.

Procedimiento de intervención sustentable.

Primera etapa:

En esta etapa se debe de hacer un registro físico del inmueble y una medición en el consumo de las energías que utiliza el inmueble y antes de iniciar la evaluación se requiere contar con la siguiente información:

- I. Levantamiento físico del inmueble en su estado actual.
- II. Registro de los daños físicos y posibles causas
- III. Registro de las fábricas que conforman al edificio (materiales y procedimientos constructivos)
- IV. Levantamiento de las instalaciones y el registro de tipo de instalación y edad aproximada.
- V. Uso y actividades realizadas en las áreas y espacios del inmueble.
- VI. Medición y registro de los consumos energéticos del edificio (se recomienda un año de medición).

En el punto de medición y registro se debe de cuestionar los siguientes puntos:

1. ¿Dónde se está utilizando la energía?, es decir, que espacios y uso tienen los sitios que consumen energía, en que horario y con qué equipos.
2. ¿Para qué se requiere la energía? Se requiere determinar los equipos necesarios en un espacio determinado, que pueden o no estar en uso, pero que permanecen conectados y consumen energía.
3. ¿Cómo se consume la energía? Se debe analizar en cada uno de los espacios, el tiempo y destino de consumo para evaluar la necesidad específica de cada uno de los espacios. Ello permitirá establecer el criterio de implementación de equipos y sistemas de consumo de energía.
4. ¿Es eficiente el consumo de la energía? Se evaluará el equipo o sistemas de consumo de energía para poder determinar la eficiencia en su consumo, si los equipos son de alta eficiencia energética o los horarios de uso son los adecuados.

Primera etapa

Establecer los criterios de intervención del inmueble conforme a los siguientes pasos de evaluación:

- I. **Plan maestro de intervención;** en donde se establecen los procedimientos de intervención en obra como procedimientos constructivos, pasos de instalaciones, intervención en materiales y elementos estructurales, criterios de intervención y análisis de beneficios de lo general al particular, se divide en dos partes:

Propuesta de proyecto preliminar en obra de restauración:

- Levantamiento físico del inmueble para su posterior registro físico o magnético.
- Levantamiento de fábricas
- Levantamiento de daños
- Documentación y registro de los datos obtenidos en la ficha técnica.
- Elaboración de resumen de datos.

Propuesta de proyecto preliminar energético:

- Levantamiento físico de las instalaciones convencionales.
- Levantamiento de actividades y equipos por espacio para determinar el consumo energético.
- Medición de consumo energético actual de la instalación a través de sistemas de monitoreo en tiempos establecidos, según el uso de los espacios para la recopilación de datos, en un registro sistemático de los consumos por espacio determinado en hora/uso.
- Elaboración de la ficha técnica de registro de instalaciones y consumo eléctrico.
- Evaluación y cuantificación de consumos.
- Evaluación y cotización de equipos, sistemas, herramientas, mano de obra, tiempos establecidos e insumos.
- Propuesta de proyecto de instalación.
- Selección de equipos de generación de energía alterna para su posterior definición de equipos y sistemas de generación de energía alterna para su instalación.
- Propuesta de instalación de equipos de generación eléctrica.

Segunda etapa:

En esta etapa se elaborarán las acciones preliminares al proyecto ejecutivo de intervención, cada una de las acciones están dirigidas a determinar el tipo de acción y meta de las acciones de una restauración integral.

II. Proyecto de propuestas y acciones en restauración. Se establecen las acciones de intervención en materia de obra, se divide en tres secciones.

- 1) **Propuesta de intervención en restauración**, el proyecto se basa en las acciones en:
 - 1) Liberación
 - 2) Consolidación
 - 3) Reintegración
 - 4) Integración
- 2) **Proyecto en eficiencia energética**, este proyecto cuenta con las acciones de:
 - 1) Medición y registro de consumos energéticos
 - 2) Registro de sistemas y equipos con su consumo energético y eficiencia en el consumo y huso horario.
 - 3) Elaboración de fichas técnicas de equipos con alta eficiencia energética.
 - 4) Estudio de sustitución de equipos de alta eficiencia energética por equipos existentes.
 - 5) Estudio de comportamiento en el consumo de energía.
 - 6) Estudio de proyección de consumo energético.
- 3) **Proyecto de generación de energía**; este proyecto de evaluar las tecnologías y acciones que benefician a las acciones de eficiencia energética y puedan ayudar a disminuir los consumos de energías convencionales, las acciones a realizar son:
 - 1) Estudio de idoneidad técnica, se refiere a las tecnologías existentes que sean económicamente viables y técnicamente factibles para su implementación.
 - 2) Estudio de comparación de tecnologías seleccionadas
 - 3) Estudio de comportamiento energético durante la vida útil del equipo seleccionado.
 - 4) Establecer las metas de generación de energía.

Tercera etapa:

En esta etapa se elaborará el proyecto integral de intervención y las partes que lo conforman tendrán las metas establecidas, así como las memorias técnicas que lo complementen para su ejecución en obra, los proyectos que lo integran son.

III. Proyecto integral de restauración se divide en dos partes.

- 1) **Proyecto de intervención** conformado por:
 - a) Proyecto de restauración
 - b) Proyecto de instalaciones convencionales (eléctrica, sanitaria, hidráulica, voz y datos, aire acondicionado, etc.)
- 2) **Proyectos energéticos**
 - c) Proyecto de eficiencia energética.
 - d) Proyecto de generación de energía.
 - e) Proyecto de ahorro energético.
 - f) Proyecto de inversión financiera.



Ilustración 21 Etapas de un proyecto de intervención integral.

De acuerdo a los siguientes aspectos generales, se debe de considerar la lista de acciones que se presentan en la siguiente lista:

- Inversión del costo en instalación de equipo y sistemas de eficiencia energética.
- Tiempo de instalación.
- Tiempo de vida de los equipos.
- Proyección de ahorro en el consumo energético.
- Costo de mantenimiento.
- Inversión en nuevas instalaciones y equipos.
- Cálculo de costos real y esperado de producción en energía y ahorro en consumo energético anual.
- Análisis del retorno de inversión (se considera los diferentes puntos como la inversión inicial, costo de operación, costo de mantenimiento, ahorro en consumo, inversión final, utilidades económicas, aprovechamiento de inversión, etc.) para tener el parámetro de medición en beneficios de instalación.
- Elaboración de catálogo de conceptos.
- Ejecución de obras
- Entrega de obra.

Finalmente, se debe realizar el registro y documentación del caso estudiado, para poder elaborar un proyecto de restauración integral.

Capítulo 3

La conservación de los edificios de valor patrimonial y la preservación del medio ambiente.

Proyecto de restauración, la aproximación sucesiva del objeto a la sostenibilidad.

El proyecto de restauración es la unidad teórica y metodológica para intervenir físicamente un monumento histórico, su elaboración da cuenta del conocimiento interdisciplinario más preciso que se tiene de la microhistoria del inmueble, antes de iniciar la obra.

Está expresado en conceptos escritos, imágenes que demuestran el fundamento de las explicaciones y los cálculos que confirman las probabilidades económicas y técnicas de su ejecución. Es el contexto donde cualquiera de las fases de la acción en curso adquiere su sentido y permite el análisis de lo imprevisto.

Se inicia con la compilación documental y material de referencias históricas que dan cuenta de la edificación del inmueble: usos, transformaciones a través del tiempo, materiales empleados, procedimientos constructivos y estado de conservación.

El estado de conservación del inmueble se establece luego de realizar el registro sistemático de los materiales, los procedimientos constructivos empleados en la edificación así como de sus alteraciones y deterioros.

El proyecto de restauración expresa, documenta y ordena las acciones a realizarse durante el proceso de intervención al inmueble, el cual puede dividirse esquemáticamente en tres etapas fundamentales: diagnóstico, pronóstico y tratamiento. Aunque esta subdivisión varía de acuerdo al estado de conservación, la dimensión de la obra, la calidad de la intervención y los recursos disponibles.

- I) Diagnóstico, en esta fase se efectúa el levantamiento arquitectónico de materiales, fábricas, deterioros y alteraciones, contrastado por la historia documental del edificio.
- II) Pronóstico, establecidas las causas de los procesos de deterioro, se elabora una gama de posibilidades para atender cada uno de los problemas planteados.
- III) Tratamiento, está determinado en un proyecto de intervención que especifica las operaciones de liberación, consolidación, reestructuración, reintegración e integración; también incluye el esquema de adecuación de usos a los espacios y un planteamiento inicial del calendario de mantenimiento.

El diagnóstico es la base para hacer las pruebas y los diversos análisis que permiten establecer un pronóstico de donde resultan, entre otras cosas, el establecimiento de las prioridades de la intervención al inmueble, así como las dimensiones aproximadas de la obra de acuerdo al conjunto de problemas a resolver.

De aquí surge el proyecto de intervención, que con fundamento en información documental y material, establece las áreas trabajo y se especifican los procedimientos a ejecutar. Todo esto con la intención de dimensionar cuantitativa y cualitativamente las especificaciones y procedimientos técnicos a emplearse, para *liberar* de agregados que alteran la expresión histórica y espacial del inmueble o dañan su estructura.

Consolidar para mantener o recuperar las características originales de trabajo de los elementos arquitectónicos deteriorados.

Reestructurar para restablecer la transmisión de cargas y esfuerzos conforme al diseño original del inmueble o mantener la estabilidad de la estructura del edificio al eliminar las causas de alteración y deterioro.

Reintegrar los elementos faltantes del inmueble, siempre y cuando sean evidentes tanto sus características como su ubicación.

Integrar nuevos elementos arquitectónicos resultantes de las intenciones de uso, manteniendo su carácter reversible, su integración arquitectónica, la posibilidad de diferenciarse sin dañar las partes originales y adecuar el inmueble en su conjunto al uso contemporáneo mediante acciones menores.

Sin duda, guiar la intervención sobre un monumento histórico y controlar técnicamente su desarrollo, es una labor profusamente compleja. Se trata de la ejecución del proyecto de restauración, que mientras más elaborado y preciso es, en la misma medida puede preverse su conservación. La obra de restauración como proceso institucional, significa la aplicación práctica del conocimiento más específico en sus términos teóricos y técnicos respecto de un inmueble histórico.

El primer paso de la intervención es el establecer la razón para restaurar el inmueble y crear un nuevo uso o recuperar los espacios que estén en desuso. Para lo cual, se requieren de pasos consecutivos que limiten los alcances del mismo: Prospección, documentación, justificación, programa arquitectónico y proyecto de intervención antes de cualquier acción de obra.

Análisis de aproximación al objeto a restaurar.

Es necesario mencionar que para realizar una intervención que garantice la mayor preservación del objeto a restaurar se debe de contemplar la datación y registro sistemático y objetivo son necesarios para lograr la reproducción de procesos en condiciones de control, es decir; que la restauración de un inmueble histórico serán determinadas las acciones a realizar hasta donde nos permita el registro de los datos históricos (documentos), y el registro sistemático de las fábricas y procedimientos constructivos característicos de la época de concepción, en el caso de haber sido intervenido el inmueble en etapas posteriores a su época original, se deberá de hacer el registro de los materiales, los daños causados por estos a los materiales originales y se deberá consultar a especialistas para poder determinar si los agentes agresores que podrían afectar a la estabilidad del objeto de estudio o si es necesario agregar agentes para la preservación del inmueble siempre y cuando sean elementos reversibles.

Se debe de hacer la prospección de las condiciones del elemento de estudio con la aproximación sucesiva al objeto, conocer y estudiar sus componentes activos de su estado de conservación, para llegar a este punto se debe de crear un cuadro de diagnóstico preliminar con los métodos analíticos correspondientes de los cuales se consideran los siguientes puntos:

1. Exploración de signos (*pequeñas anomalías que se observan a través de indicadores concretos*).
2. Síntomas (*lo que el objeto revela la especialista*).
3. Síndrome (*forma aleatoria de la detección que se revela y explora con recursos analíticos*).

Estos puntos de interpretación del elemento será, usados para definir los rangos de normalidad (conocimiento entero del objeto), establecer y conocer las anomalías, rangos de normalidad y su disfunción, las conductas recurrentes son parte del diagnóstico y del cuadro de aproximación sucesiva del objeto.

Para tal fin se deberá de elaborar una ficha técnica en la cual se puedan registrar los daños tanto en forma escrita como gráfica, se dará una opinión técnica y su posible solución según sea el caso y la acción a seguir por lo cual se describe dicha ficha a continuación.

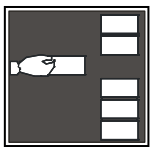
Es necesario elaborar un código gráfico, cromático y de claves para la identificación rápida de las fichas y poder llevar un orden sistemático de las fichas técnicas que permita la fácil consulta. La identificación gráfica se hará con una iconografía previamente establecida que describa la acción a realizar. A continuación se presenta la iconografía establecida para el catálogo y que se usará en los planos.



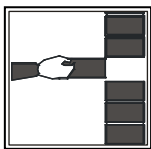
Acción de liberación.- Es la eliminación de los agregados que alteran la expresión histórica y espacial del inmueble o dañan su estructura.



Acción de consolidación.- Es aquella que garantiza la preservación del inmueble y que asegura su estabilidad estructural. Como elemento ornamental recupera las características originales del trabajo y de los objetos arquitectónicos deteriorados.



Acción de Reintegración.- Es volver al elemento original su configuración, siempre y cuando sean evidentes tanto sus características como su ubicación.



Acción de Integración.- Se refiere a los elementos arquitectónicos para la preservación del inmueble, considerando las intenciones de uso, su carácter reversible, la integración arquitectónica, la posibilidad de diferenciarse y la conservación de las partes originales.

Las claves se realizarán con las tres primeras letras de la acción y un número progresivo a continuación que conformará la clave de la ficha correspondiente del catálogo de acciones a realizar, de tal forma que la clave del plano con una breve explicación será apoyada con el texto de la ficha correspondiente.

CON -001

El código cromático se establecerá para las acciones tanto en planos como en las fichas. Las acciones se representarán en los planos con la iconografía correspondiente, se agrega un color con el cual se ubicará en planos y en el catálogo dicha acción como se muestra a continuación.



Acción de **Liberación**



Acción de **Integración**

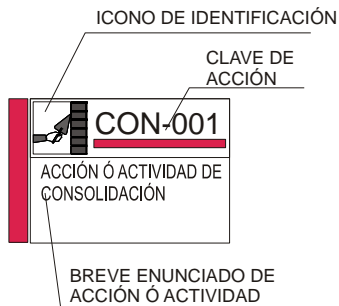


Acción de **Consolidación**



Acción de **Reintegrar**

Descripción de ícono de acción por tipo de actividad de restauración.



Antes de realizar las acciones de restauración de un inmueble de valor patrimonial, se deberá de considerar la conformación de los elementos constructivos según el material empleado, con el fin de obtener los mayores beneficios al integrar un material en estos elementos que nos apoyen o beneficien para la obtención del aislamiento térmico de los espacios interiores, es decir, esto es parte de la toma de decisiones para conservar materiales que hayan sido integrados posteriormente a la obra original o en relación de mejorar las condiciones internas, para tal motivo, se deberá de consultar la siguiente tabla en dónde según las condiciones climáticas y las características propias del material, obtendremos las metas mencionadas.

Herramientas para el diseño pasivo en edificaciones patrimoniales.

Estrategias de implementación de herramientas pasivas			Sistemas y soluciones	Componentes
Diseño de la edificación	Emplazamiento	Radiación solar directa	Ubicación (geográfica)	Clima
				Precipitación pluvial
				Humedad relativa
				Viento
			Sitio	Vegetación
				Contexto
				Entorno
			Forma	suelo
				Planta
			Orientación	Alzado
				Asoleamiento
				Verano
Mejora de la Envoltura Térmica	MET	Conservación de la energía	Conservación de la energía	Invierno
				Mejora del aislamiento térmico
				Fachadas ventiladas
				Cubiertas ventiladas
				Naturación de fachadas
				Naturación de cubiertas
			Acumulación de energía térmica	Vidrios y cancelería de transmitancia térmica
				Fachadas y cubiertas con alta inercia térmica

Tabla 9 Herramientas de diseño para procedimientos constructivos, Hoyos G. 2019, creación propia.

Estrategias de calefacción (invierno)

Calefacción solar	CS	Directa	Proporción mayor de vanos en fachada	Ventanas
				Invernaderos
				Patios centrales
			Aperturas en cubiertas	Galerías acristaladas
				Lucernarios
		Indirecta	Superficies captadoras y acumuladores	Domos
				Muro Trombé
				Doble piel
				Muro con sistema de calefacción auxiliado
				Pisos flotantes y sistema de calefacción auxiliado
Recursos geotérmicos				
Superficies de baja inercia térmica				

Tabla 10 Estrategias de calefacción en clima frío, Hoyos G. 2019 creación propia

Estrategias de refrigeración (verano)

Protección Solar	PS	Exterior	Protección adosada a la fachada	Pérgolas
				Parte soles / Parteluces
				Persianas
				Contraventanas
		Externa	Protección expedita de la fachada	Barrera natural (vegetación)
				Espejos de agua/cortinas de agua
		Intermedia	Protección embebida en fachada	Vidrio doble
				Doble acristalamiento
				Cancelería con gas inerte
				Doble muro con elementos aislantes
				Doble muro con vacío
		Interna	Protección al interior del espacio	Muro con sistema de enfriamiento auxiliado
				Persianas verticales/ estores (en rollo)
Acabados termoaislantes				
Pisos flotantes y sistema de refrigeración auxiliado				
Jardín interior				

Tabla 11 Estrategias de refrigeración en clima cálido, Hoyos G. 2019, creación propia

Ventilación Natural	VN	Cruzada	Vanos	Ventanas abatibles / batientes / corredizas / pivotantes / tabletas	
				Linternillas	
		Con tiro térmico	Efecto chimenea	Fachadas con envolvente ventilada entre capas	
				Aspiración estática (efecto Venturi)	Tubos o cebollas de extracción en cubiertas
					Aperturas en fachada para inyección y extracción
		Inducida	Torre de viento	Succión y tracción del viento a través de la torre (4 tipos)	

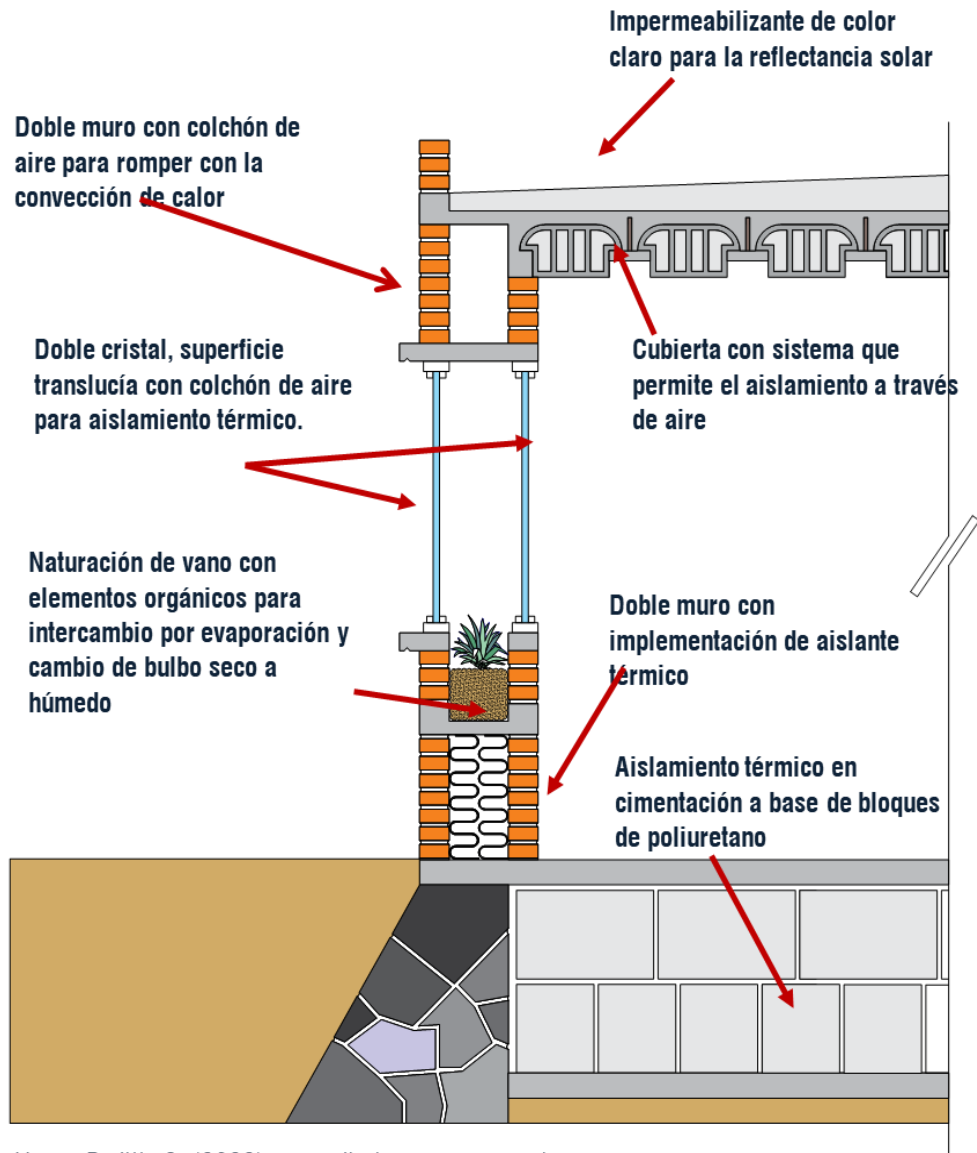
Tabla 12 Estrategias de ventilación natural, Hoyos G. 2019, creación propia

Tratamiento de aire	TA	Enfriamiento evaporativo	Agua	Sistemas de enfriamiento hidrónicos en muros y pisos
				Tubos cerámicos en muros
				Cortinas de agua
				Espejos de agua y ventanas bajas
			Vegetación	Naturación de cubiertas
				Naturación de muros
		Reducción de la temperatura del aire	Geotermia	Circuito cerrado de conductos enterrados en vertical o serpentín
				cimientos geotérmicos o cajones geotérmicos
				Pozo canadiense
			Microclima	Patios interiores/jardín interior
				Invernaderos adosados / expeditos
				Patios cerrados con fuente y vegetación a cielo abierto

Tabla 13 Tratamiento de aire para la obtención de mejores condiciones de confort, Hoyos G. 2019, creación propia.

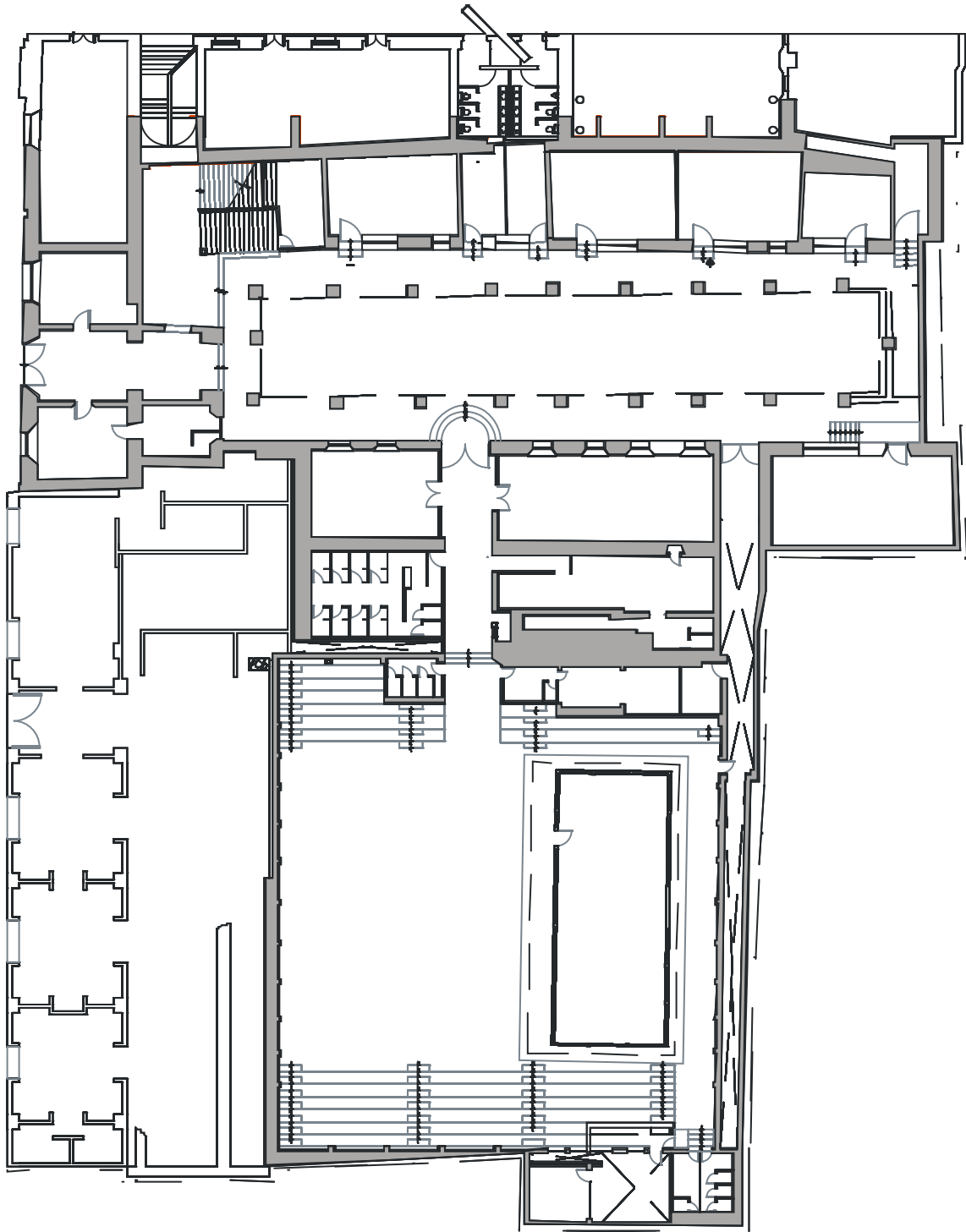
Ejemplo de aplicación de procedimientos y elementos constructivos en el diseño pasivo.

Evaporación activa: Este sistema hace el intercambio de temperatura y el aire adyacente absorben el calor al tener menor temperatura el líquido que se transporta (ley cero de la termodinámica), este intercambio de temperatura es un apoyo a los sistemas de climatización, ya que reduce o aumenta la temperatura interior.

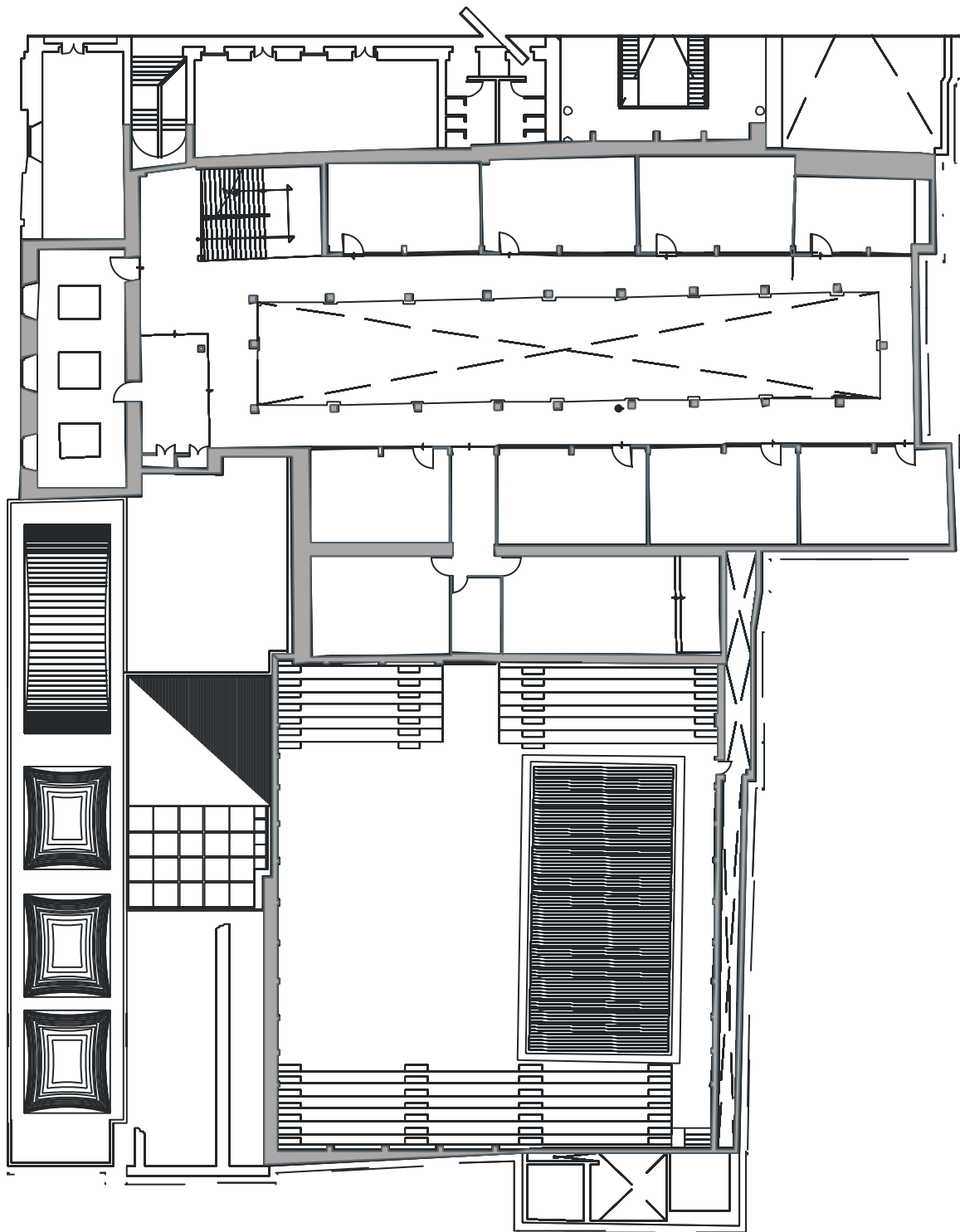


Hoyos Padilla G. (2022), procedimientos constructivos

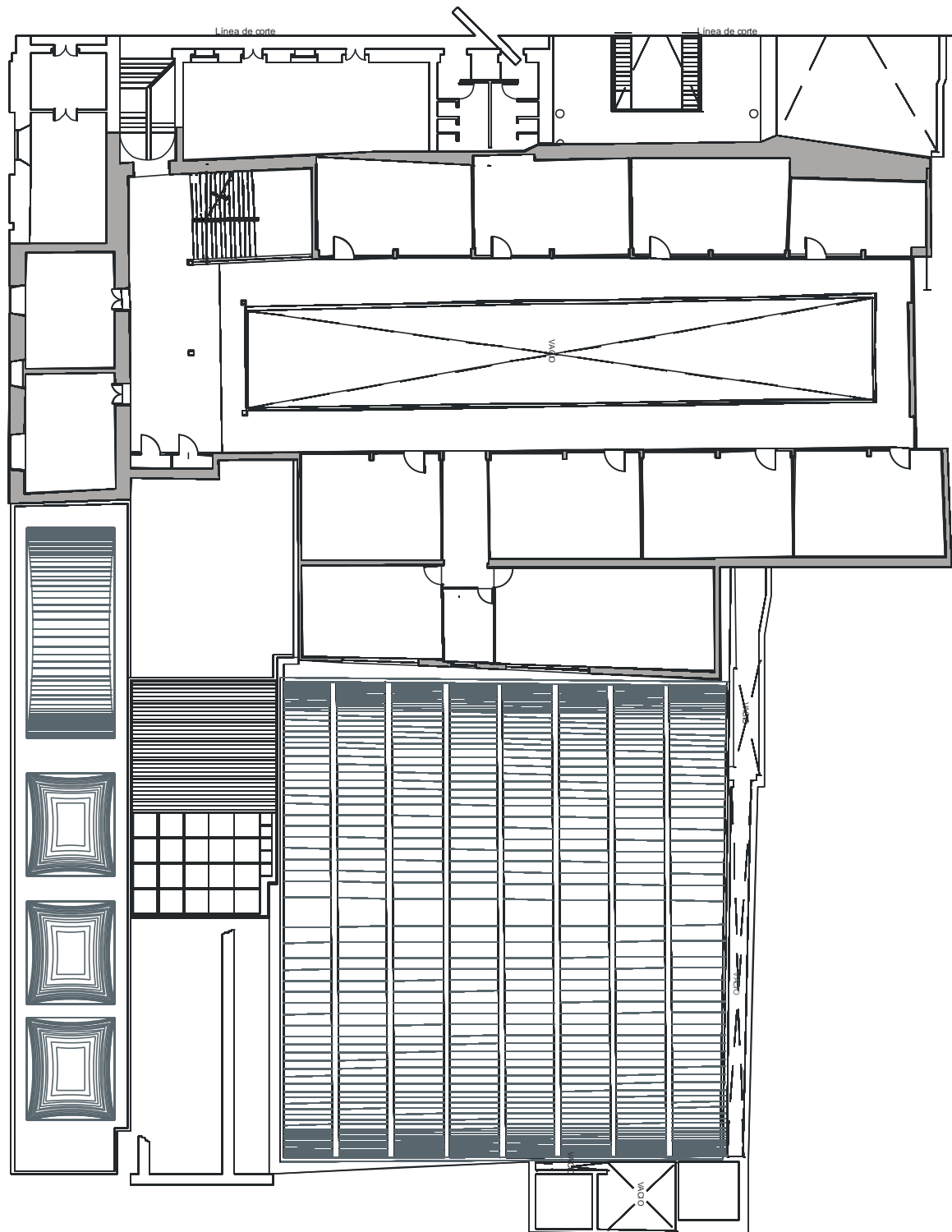
PLANOS DEL ESTADO ACTUAL



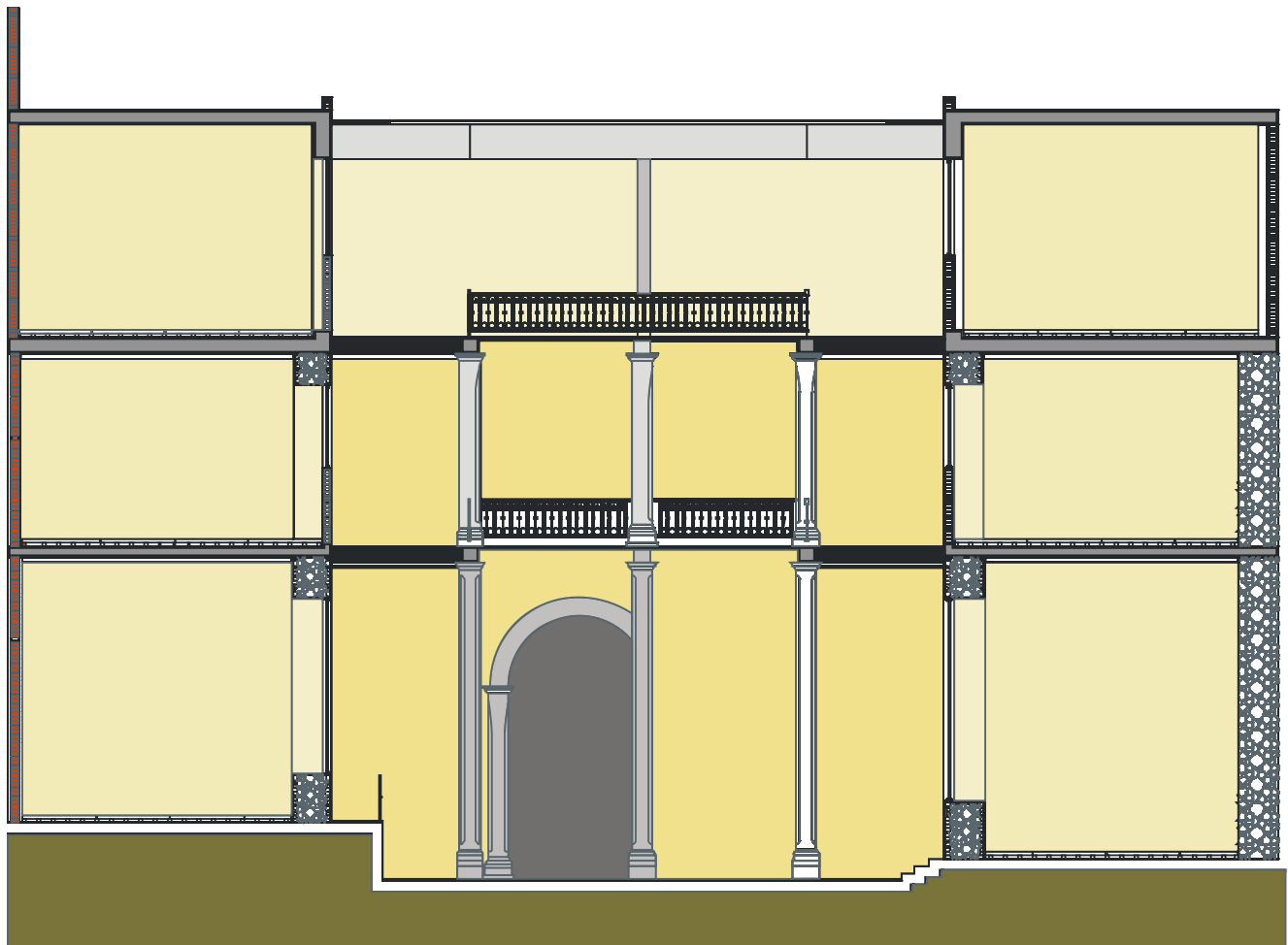
PLANTA DE ACCESO



PLANTA DEL PRIMER NIVEL

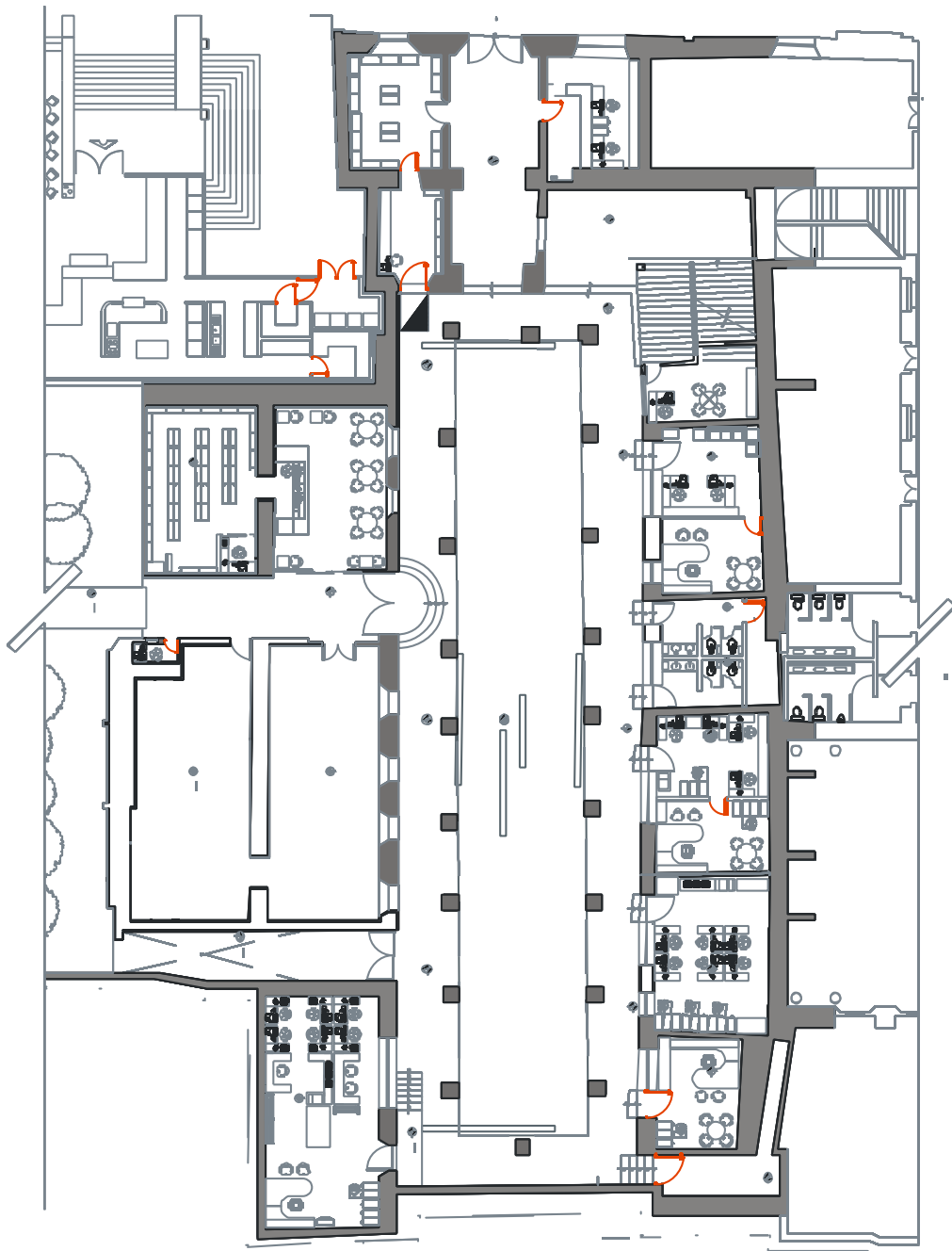


PLANTA DEL SEGUNDO NIVEL

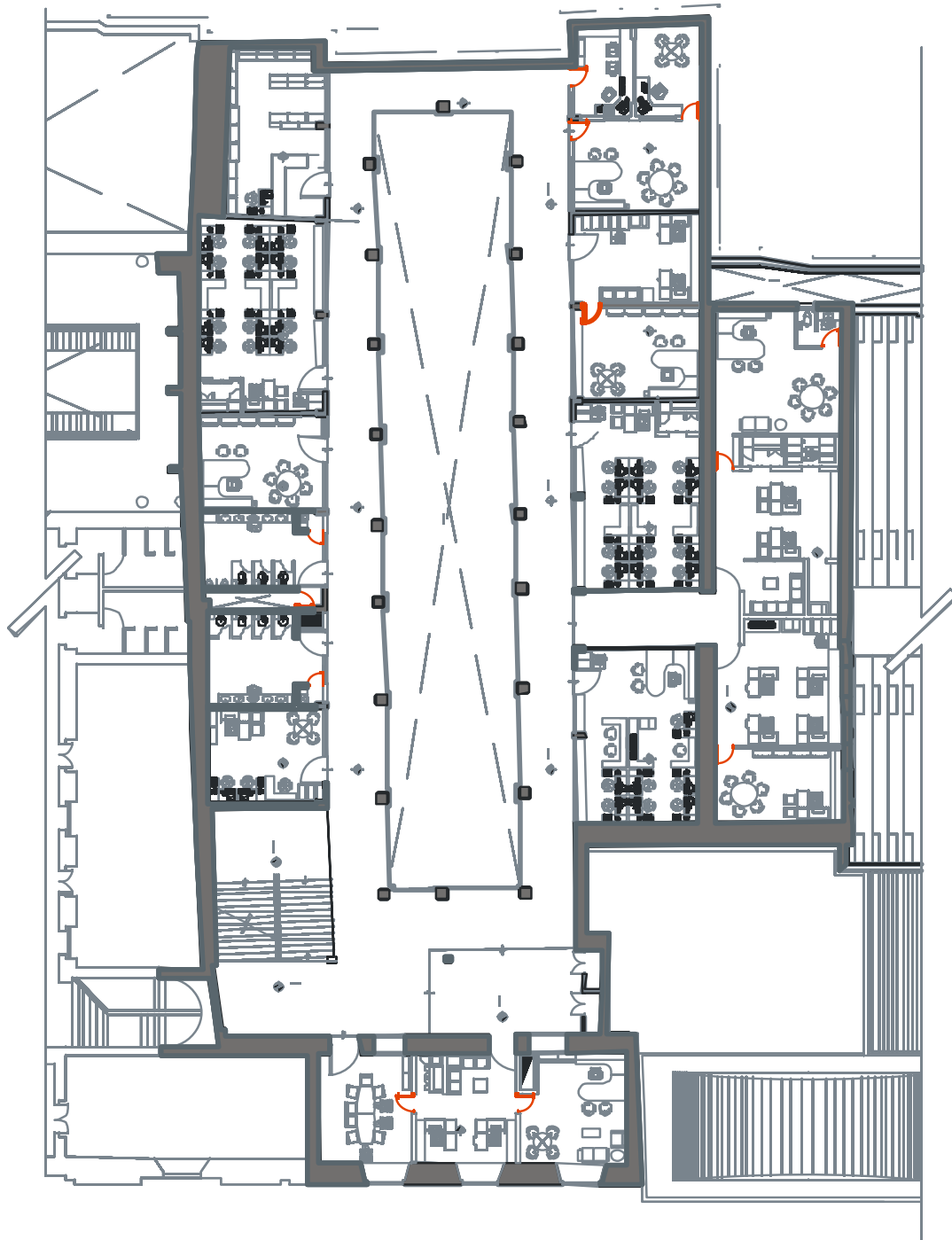


CORTE TRANSVERSAL

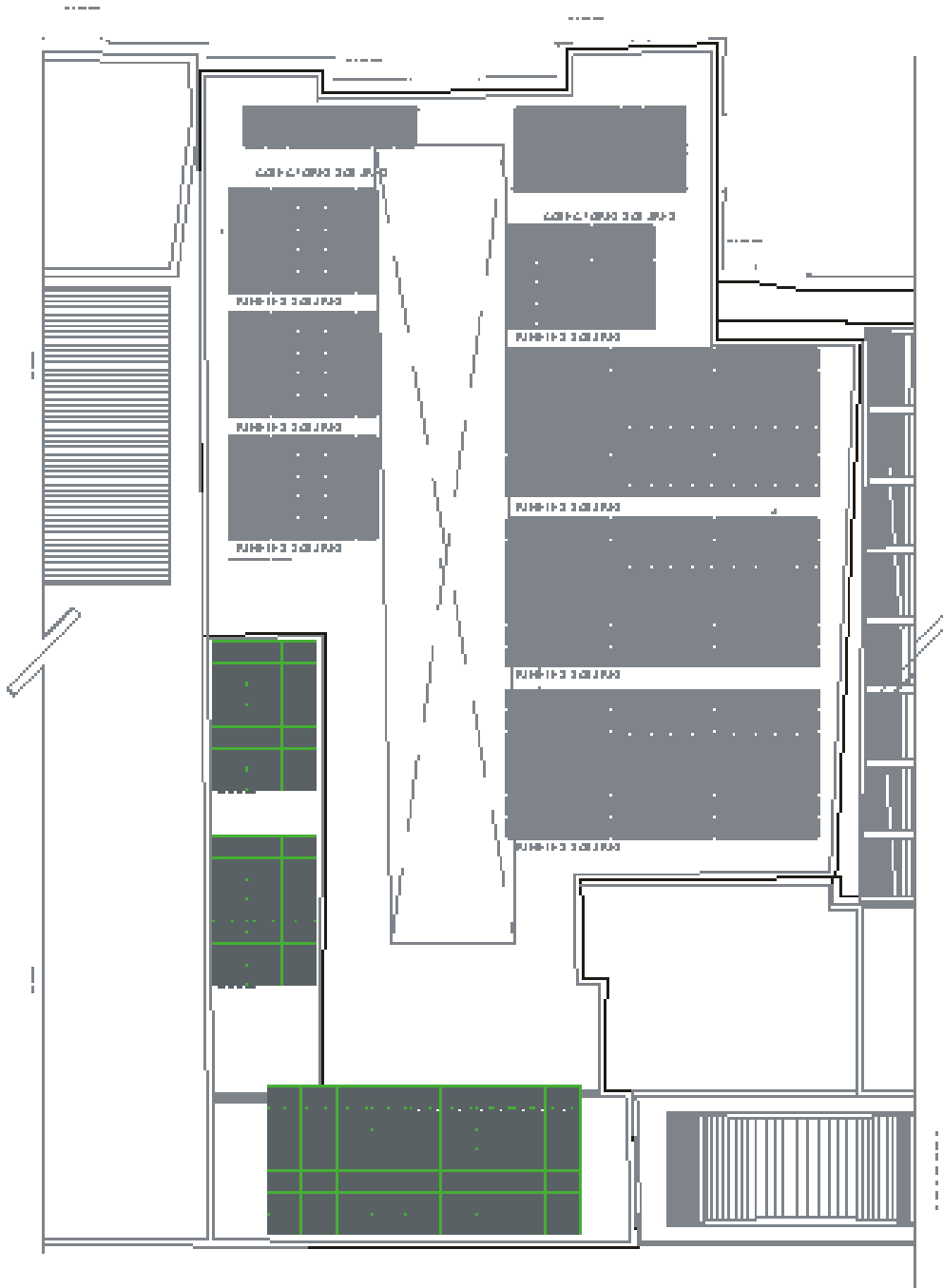
PLANOS DE PROPUESTA DE RESTAURACION



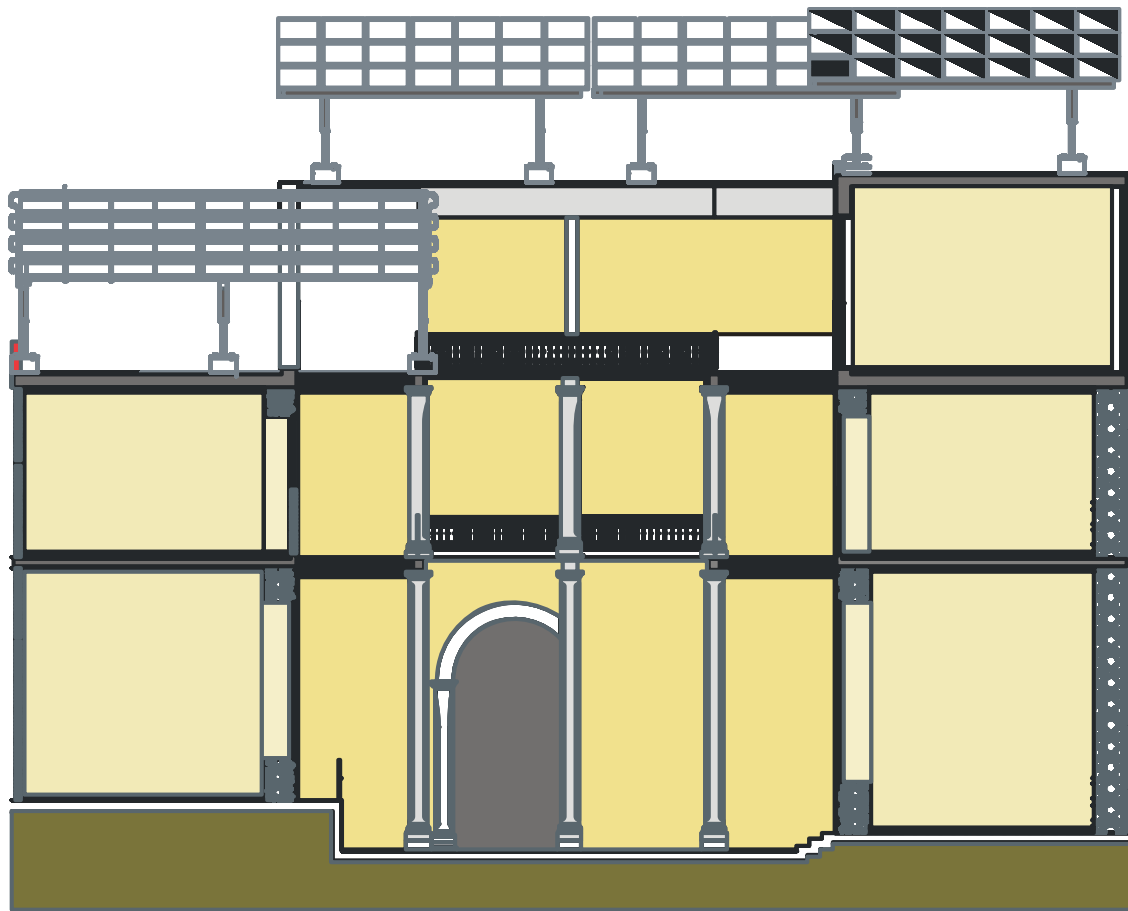
PLANTA DE ACCESO (PROPUESTA)



PLANTA PRIMER NIVEL (PROPUESTA)



PLATAN SEGUNDO NIVEL (PROPUESTA)



CORTE TRANSVERSAL (PROPUESTA)

Balance de cargas electricas.

Por lo general al transcurrir el tiempo, uno de los problemas principales en los edificios por falta de mantenimiento y las necesidades del propio edificio es el desbalanceo de las cargas eléctricas, esto conlleva a una serie de problemas en la instalación eléctrica aunado a una mala administración de las mismas, la Comisión Federal de Electricidad (CFE), multa a los edificios que tengan este tipo de anomalías por diferentes razones:

- Factor de potencia (90% a 100%)
- Demanda máxima
- Capacitancia
- Inductancia
- Distorsiones en la red (Capacitancia, Inducciones y armónicos en la red)

Aproximadamente y como un promedio general, estas multas recaen en un factor económico de un aumento en la facturación del servicio en un 30% a 50% del valor del pago por servicio, encareciendo el servicio eléctrico.

Cabe mencionar que los equipos electrónicos cada vez son más utilizados en los edificios, (computadoras, impresoras, scanners, copiadoras, etc.) y se agregan a este grupo los equipos de iluminación, que utilizan drivers o manejadores de corriente, que cuentan con sistemas electrónicos para su funcionamiento.

El objetivo de separar por tableros el tipo de servicio eléctrico o carga eléctrica es de mantener un control sobre las instalaciones, facilita la identificación de problemas en la red, se pueden seccionar los circuitos y de tal manera poder establecer un horario de servicio, con el cual se podrán evitar las fugas de corriente y el mal uso de la electricidad, evitando el consumo energético por parte de los equipos "vampiros", que utilizan energía aún en modo de espera o apagados.

Beneficios:

- Control de cargas
- Identificación de problemas en la red
- Garantizar una instalación segura
- Mantenimiento adecuado (facilita la detección de problemas)
- Ayuda al balanceo de cargas

Para alcanzar este objetivo se debe de cumplir en el cableado como en sus protecciones las diferentes condiciones de uso:

- Soportar la corriente a plena carga permanente y las sobre intensidades normales de corta duración.
- No provocar caídas de tensión ocasionados por el funcionamiento de motores, que pudieran perjudicar el rendimiento de otras cargas.
- Proteger el cableado y las barras conductoras en cortos circuitos o sobre corrientes.

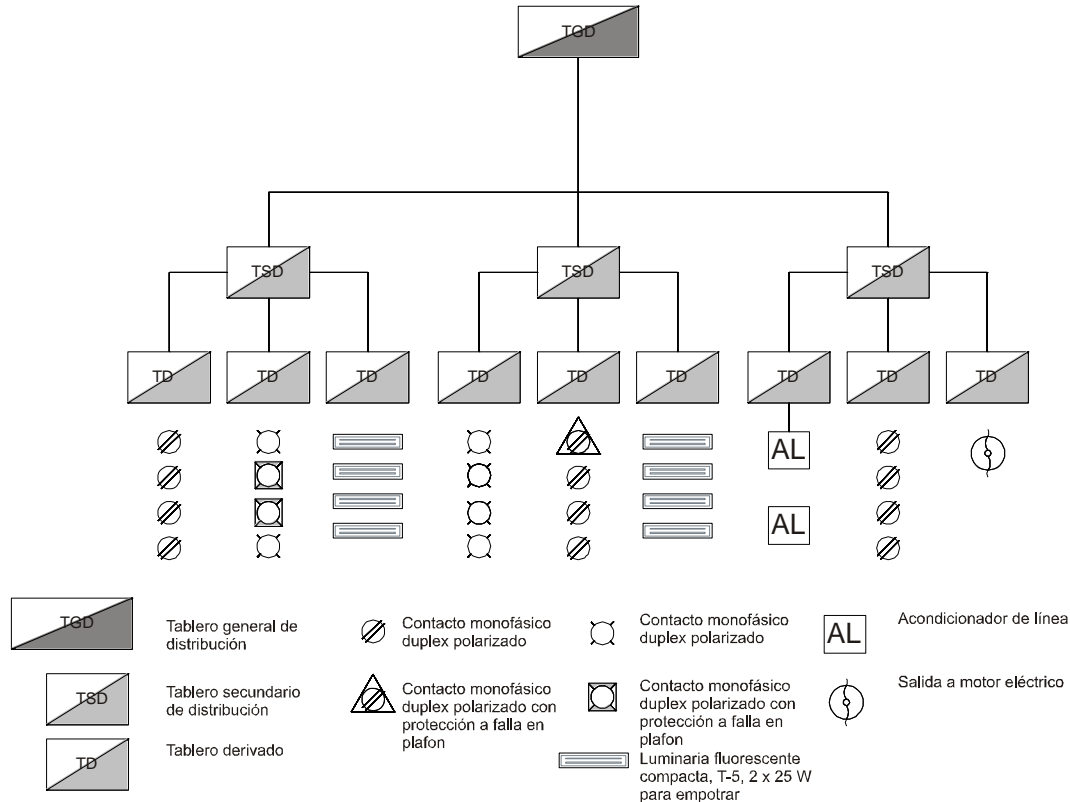


Ilustración 22 Diagrama de distribución eléctrica.

La distribución de cargas a través de los tableros en una de las acciones a realizar, también se deben de balancear las cargas según el número de fases con la que se configure la instalación eléctrica, se procura balancear el consumo de la energía y reducir las pérdidas de energía con estas medidas.

Al realizar el diagrama unifilar se asigna un nombre a cada uno de los elementos de la instalación tales como:

- Transformador
- Tableros
- Centros de carga
- Plantas de emergencia
- Sistema de energía interrumpible
- Acondicionadores de línea
- Equipos de aire acondicionado
- Motores
- Bombas
- Protecciones utilizadas
- Calibre de conductores

Estos nombres son los mismos que se utilizaran para los cuadros de cargas, y que se encontraran en cada uno de los tableros.

El factor de potencia es muy importante para el correcto funcionamiento de la distribución de la energía, procurando estar en el rango del 90% al 100%, si es menor al 90% se requiere de mayor corriente eléctrica que circule por los conductores eléctricos, provoca la activación de protecciones y la generación de armónicos en la red a causa de las distorsiones en la corriente eléctrica.

En México se distribuye la energía en media o baja tensión al consumidor final

Media tensión:

- 13.2 kV.
- 23 kV.
- 34.5 kV.

Baja tensión:

- 220/127 V
- 480/277 V.

Tableros

Los tableros deben ser de "frente muerto" de cumplir con la función de tener identificados los servicios de carga eléctrica, no mezclar el tipo de cargas (luz, contactos, motores), que se encuentren balanceadas sus cargas (en los sistemas de 3 fases y 4 hilos, las fases deberán de estar diseñadas para soportar corrientes de armónicos muy altos en el neutro, este deberá de soportar el doble de capacidad de carga que el que está calculado para las fases).

Si las cargas menores de 1,800 Watts, se deberá de utilizar interruptores termo magnéticos de 20 Amperes como protección. Las especificaciones mínimas para seleccionar un tablero son:

- Tipo de montaje del gabinete.
- Capacidad en amperes de las barras principales y del interruptor principal.
- Tensión de operación.
- Capacidad Interruptiva.
- Número de circuitos.
- De acuerdo a las condiciones ambientales de operación, el gabinete será tipo NEMA. (Tipo de protección a usuarios con diferentes grados según condiciones ambientales).

Grado de protección	Descripción
NEMA 1	Instalación interior, protege contra la caída de suciedad
NEMA 2	Instalación interior, protege contra la caída de suciedad y el goteo de agua
NEMA 3	Instalación exterior, protege contra lluvia, aguanieve y polvo transportado por el viento; además protege contra daños ocasionados por la formación de hielo exterior sobre el armario
NEMA 3R	Instalación exterior, protege contra lluvia, aguanieve: además protege contra daños ocasionados por la formación de hielo exterior sobre el armario
NEMA 3S	Instalación interior o exterior, protege contra lluvia, aguanieve y polvo transportado por el viento; además, los mecanismos externos permanecen operativos a pesar de la formación de hielo
NEMA 4	Instalación interior o exterior, protege contra el polvo transportado por el viento y la lluvia, salpicaduras de agua y agua proyectada; además protege contra daños ocasionados por la formación de hielo exterior sobre el armario
NEMA 4X	Instalación interior o exterior, protege contra el polvo transportado por el viento y la lluvia, salpicaduras de agua, agua proyectada y corrosión; además protege contra daños ocasionados por la formación de hielo exterior sobre el armario
NEMA 5	Protección interior contra caída de suciedad, acumulación del polvo del aire ambiental, así como contra el goteo de líquidos no corrosivos
NEMA 6	Protección interior o exterior contra caída de suciedad, chorro de agua y entrada de agua a causa de la inmersión parcial, limitada a una profundidad determinada; así como protección contra daños provocados por la formación de hielo
NEMA 6P	Protección interior o exterior contra proyección de agua y entrada de agua a causa de la inmersión prolongada a una profundidad determinada; así como protección contra daños provocados por la formación de hielo
NEMA 12	Protección interior contra caída de suciedad, acumulación del polvo del aire ambiental, así como contra el goteo de líquidos no corrosivos.
NEMA 13	Protección interior contra polvo, caída de suciedad, salpicaduras de agua y aceite, así como medios refrigerantes no corrosivos

Tabla 14 Clasificación NEMA para tableros eléctricos.

La *National Electrical Manufacturers Association* (NEMA) es una organización de normalización en Washington, EE.UU., que publica una serie de estándares técnicos, ella misma no ensaya ni certifica productos. La clasificación NEMA es para la protección de personas contra el contacto involuntario con objetos del equipo, así como a la protección frente a influencias externas.

Es recomendable que los tableros generales incluyan equipo de medición digital que realice al menos las siguientes mediciones:

- Voltaje entre fases
- Voltaje entre fase y neutro
- Corriente en cada fase, en el neutro y promedio entre fases.
- Potencia activa y potencia reactiva
- Factor de Potencia

Los tableros se organizan de la siguiente forma tanto en tensión normal como en tensión regulada.

- 1) Tablero General.
- 2) Tablero sub general.
- 3) Tablero derivado.
 - a) Alumbrado.
 - b) Contactos.
 - c) Fuerza (motores, elevadores, bombas de agua, etc.).
- 4) Centros de carga.
 - a) Centros de carga
 - b) Alumbrado.
 - c) Contactos.
 - d) Fuerza (motores, elevadores, bombas de agua, etc.).

Cada tablero debe incluir su barra de tierra física, para tableros de tensión regulada y contactos regulados deberán incluir una barra adicional para la tierra aislada. Y deberá tener pegada una etiqueta de identificación con el tipo de servicio y un número consecutivo.

Tipos de servicio

TG	Tablero general
TD	Tablero derivado
A	Alumbrado
C	Contactos
CR	Contactos regulados
AA	Aire acondicionado
A EXT	Alumbrado exterior
FZA	Motores, elevadores, bombas de agua.

Ejemplos:

A 01	tablero de alumbrado numero 1
CR 03	Tablero de contactos regulados numero 3
AA 05	Tablero de aire acondicionado numero 5



Para los sistemas de emergencia se agregara una “E” y una “R” para tensión regulada después de la nomenclatura indicada.

Ejemplos:

AE 01	Tablero de alumbrado de emergencia numero 1
CE 01	Tablero de contactos de emergencia numero 1
TGR	Tablero general tensión regulada

En el nombre se puede incluir la ubicación:

Ejemplos:

PB	Planta Baja
PA	Planta Alta
1N	Primer nivel
S	Sótano

Todos los circuitos derivados en los tableros deben tener una etiqueta para su identificación en el tablero indicando él, destino de aplicación y cargas de alimenta.

Recomendaciones para tableros

- Los tableros deben ubicarse lo más cerca posible a los centros de carga de la zona o en un radio no mayor de 25 m.
- Se deben ubicar en zonas de servicio o en locales que a ninguna hora deban cerrarse con llave.
- Se deben agrupar por servicio normal, servicio de emergencia, contactos con tensión regulada y fuerza.
- La trayectoria de los circuitos alimentadores y derivados deberá ser lo más recta posible, sobre circulaciones principales, pasillo, corredores y ductos de instalaciones.
- Las canalizaciones y registros deben ser independientes para servicio normal, servicio de emergencia y tensión regulada.
- Cada circuito alimentador debe llevar su propio neutro con el mismo calibre que el de las fases, la caída de tensión en estos conductores deber ser máximo del 3% la suma de caídas de tensión entre el tablero general y el último punto de alimentación del 5%, el calibre de los conductores alimentadores no debe ser menor del calibre 8 AWG.
- Los circuitos de tención regulada deben ser independientes de los circuitos de iluminación, contactos atención normal y fuerza y tener un tablero exclusivo.
- Se deben tener canalizaciones separadas e independientes para alumbrado, contactos, contactos regulados y fuerza, se permiten como máximo 10 conductores por canalización, considerando un factor de relleno al 40% de vacio del diámetro de la tubería.
- No se permite utilizar neutros comunes para dos o más circuitos derivados, cada circuito deberá tener su propio neutro.

Balance de cargas

Para instalaciones existentes donde se cuenta con un cuadro de carga para el tablero el desbalance de cargas se calcula con la siguiente fórmula:

$$D = \frac{(CM - Cm)}{CM} \times 100\%$$

Donde:

D	=	Desbalance en porciento
CM	=	Carga mayor registrada
Cm	=	Carga menor registrada

Se recomienda que el desbalance sea menor o igual al 5 % con el fin de evitar el calentamiento y sobrecarga en conductores y tableros, por lo cual se deben de reorganizar las cargas en este tablero. De no contar con este cuadro de cargas se deberá identificar cada uno de los circuitos e interruptores con su respectiva carga, por esta razón no se permite que se conecten dos circuitos diferentes a un mismo interruptor.

Iluminación

Actualmente los sistemas de iluminación utilizan equipos electrónicos para el control de la energía, los balastos en el caso de las fluorescentes y los drivers o manejadores en el caso de los Diodos Emisores de Luz (LED's por sus siglas en inglés), estos equipos son susceptibles a daños provocados por alteraciones en la red eléctrica provenientes de distorsiones en la red, altas o bajas en el voltaje etc.

Por estas razones se hacen las siguientes recomendaciones:

- Todas las luminarias deben estar conectadas al sistema de tierras.
- El calibre mínimo de los conductores a utilizar debe ser No. 12 AWG con asilamiento tipo THW-LS 75 °C, 600 V. AC.
- La conexión de las luminarias debe hacerse con tubo metálico flexible de 16 mm de diámetro con conector recto y curvo. Cuando exista falso plafón se utilizara kit de clavija y contacto tripular (neutro, fase y tierra física).
- La carga máxima por circuito de alumbrado es de 1200 Watts.

Recomendaciones por función del espacio:

Aulas

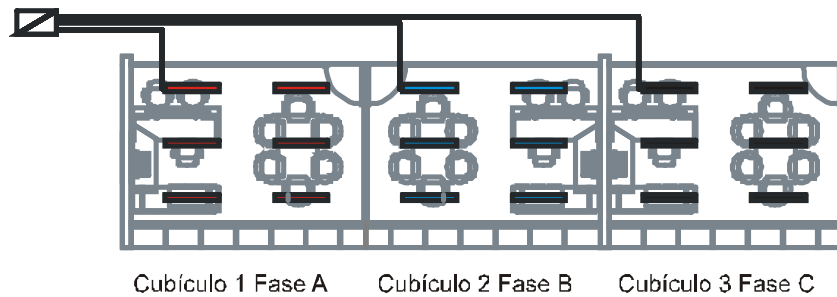
- Se pueden controlar hasta seis luminarias por apagador.
- En aulas con un máximo de seis luminarias, se instalaran dos apagadores para encender el 50% o el 100 % de las iluminarias.
- En aulas con más de seis luminarias que se alternaran los apagadores en acomodo tres bolillos para el encendido del 33%, 66% y 100 % de las luminarias.

Laboratorios de investigación

- Un máximo de 4 luminarias por apagador.

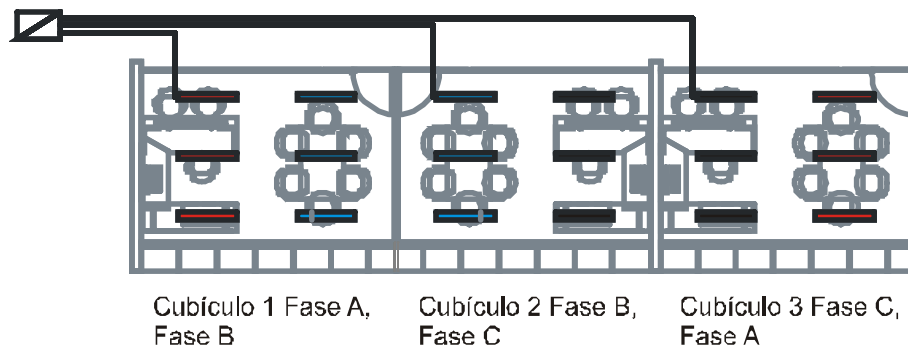
Cada aula o laboratorio de investigación cuenta con su propio interruptor general en el tablero, el cual puede ser monofásico, bifásico o trifásico, teniendo esto en cuenta al realizar el balance de las cargas se tendrían los siguientes acomodos por fases:

Monofásico



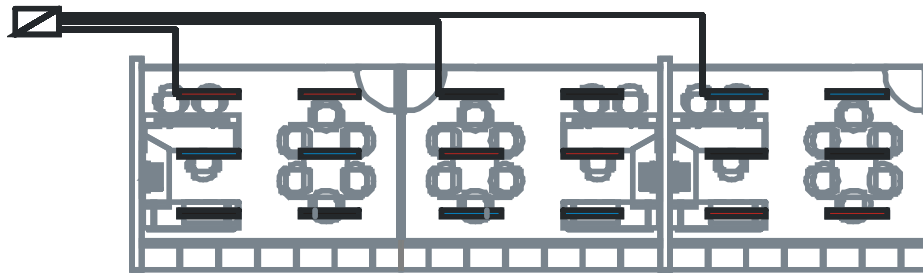
Cada cubículo estará asignado a un interruptor termo magnético monofásico, en este arreglo tiene la desventaja que al estar seccionados los cubículos, cuando uno o dos de estos de estos espacios estén o no en función, se producirá un desbalance en las cargas.

Bifásico



El desbalance que se produce al no estar en función un cubículo se registra menor al estar dos fases conectadas, el interruptor debe ser bifásico.

Trifásico



Cubículo 1
Fases A, B y C

Cubículo 2
Fases A, B y C

Cubículo 3
Fase A, B y C

Al estar el arreglo conectado en tres fases el desbalance se reduce al mínimo, en este caso no importa que un cubículo o dos no estén en función, el balance de cargas se establece.

En todos los casos se recomienda un seccionamiento de las cargas y que se establezca un uso horario de los espacios, así, al dejar de estar en función, se interrumpe la energía desde tablero y se evitará el consumo innecesario de los equipos que se encuentren conectados, evitando las fugas de energía en horas no hábiles.

Capítulo 4

La aplicación de la sustentabilidad en la restauración en los edificios de valor patrimonial.

La sustentabilidad del patrimonio histórico.

La sostenibilidad o sustentabilidad, es la capacidad que un objeto o sistema tiene para mantenerse por sí mismo⁴⁵. Está compuesta de tres elementos que deben mantener un equilibrio entre sí, los conceptos de economía (debe ser factible y viable económicamente), social (mantener un beneficio que impacte a su contexto inmediato y no altere a su sociedad o comunidad en la cual está inmerso) y el ambiental (debe de procurar no afectar a su entorno y garantizar que su impacto no influirá a futuras generaciones de personas o ambientales). Si uno de sus componentes adquiere mayor peso que los otros dos se pone en peligro su sostenibilidad y podría perder su capacidad de mantenerse.

Para que un edificio sea sustentable o sostenible, debe cumplir con estos tres conceptos: debe ser viable económicamente para que sea factible su construcción, no debe afectar a su sociedad sino por el contrario debería acarrear beneficios, como son la generación de empleos, dar habitación y no impactar en el abasto de energéticos o agua, y en lo ambiental debería representar el menor impacto posible a su entorno por la emisión de contaminantes.

La sostenibilidad no solo es el adjetivo de un edificio, sino un planteamiento y suma de acciones que hacen a un inmueble amigable con su entorno, por el uso eficiente y la generación de la energía que consume, como lo plantean Lacomba R., *et al* (2012).

⁴⁵ **Sostenible.** adj. Dicho de un proceso: Que puede mantenerse por sí mismo, como lo hace, p. ej., un desarrollo económico sin ayuda exterior ni merma de los recursos existentes. Fuente: Diccionario de la Lengua Española, Real Academia Española, Vigésima segunda edición, <http://lema.rae.es/drae>.

El diseño sustentable en edificios de valor histórico.

Al estar concebidos bajo los principios de un diseño sustentable, los edificios de valor histórico y/o patrimonial consideran los puntos para elegir las ecotecnias más adecuadas, según Vélez R.,(2008) alternativas tales como *excusados ahorradores de agua, letrinas secas, aerogeneradores, celdas fotovoltaicas, calentadores solares, biogás, biodigestores, techos verdes, etc.*, son factibles para la implementación de sistemas de generación y eficiencia energética y propician la incubación de beneficios económicos, de políticas social-ambientales y la mitigación de gases de efecto invernadero que son producto directo o indirecto del uso de la energía convencional.

Cuando la energía fósil se quema, se libera dióxido de carbono, su concentración está aumentando en la atmósfera, reforzando el efecto de invernadero; con una política energética basada en las energías renovables y la eficiencia energética no sólo protege el clima, sino también podemos hacernos menos dependientes de los combustibles fósiles, reduciendo así el potencial de conflicto armado sobre las reservas y los recursos escasos (Seifried D y Witzel Walter, 2009) ⁴⁶.

Con base en lo anterior, es conveniente aclarar que el objetivo de la sustentabilidad no es un adjetivo de moda, sino un instrumento para hacer un uso eficiente y responsable de los energéticos, con beneficios económicos, sociales y ambientales. Además, los beneficios no sólo son para el edificio restaurado, sino también se tendrá un impacto positivo en el entorno inmediato en el corto plazo, en la sociedad a mediano plazo y con retribuciones al ambiente a largo plazo.

⁴⁶ Seifried Dieter, Witzel Walter, (2009) Renewable Energy, The Facts, Editorial Earthscan, ISBN 978-1-84971-160-9.

Metodología de evaluación

Planteamiento metodológico de la Evaluación

Para realizar un planteamiento de la metodología de evaluación del edificio, se deberá de realizar un estudio previo; el cuál se conformará por los siguientes pasos.

Secuencia metodológica

Levantamiento del estado físico del edificio:

- I. Se elaborará un levantamiento físico del edificio de manera gráfica, que deberá de contener los geometrales que sean necesarios para la el estudio metodológico y por comportamiento de cada uno de los espacios por el cual está conformado el edificio.
- II. Se elaborará una medición del consumo energético del edificio que durará un mes durante cada una de las 4 etapas de medición, cada etapa de medición se realizará durante un mes que se encuentre dentro de cada época estacionaria del año, es decir, una medición en primavera, otra en verano y así sucesivamente, con la finalidad de conocer el comportamiento del consumo, de ser posible, la medición del año completo sería lo óptimo.
- III. Se elaborará un censo de los equipos de consumo energético, su estado físico, su nivel de eficiencia energética, la temporalidad recomendada por el fabricante para ese equipo en específico, garantías, etc.
- IV. Se elaborará una tabla de comparación de comportamiento de consumo energético con una temporalidad de 10 años, a través de los recibos de la Comisión Federal de Electricidad y la medición realizada, con el objetivo de establecer si las demandas energéticas han aumentado durante este periodo y poder establecer un crecimiento en el consumo a futuro.
- V. Se realizará un levantamiento físico de las instalaciones eléctricas, para conocer el estado físico de la instalación y poder elaborar un proyecto en instalación eléctrica.
- VI. Se realizará un levantamiento físico de las instalaciones hidrosanitarias para elaborar el proyecto de uso eficiente de estas instalaciones.

Propuesta de Proyecto de restauración integral

El diagnóstico es la base para hacer las pruebas y los diversos análisis que permiten establecer un pronóstico de donde resultan, entre otras cosas, el establecimiento de las prioridades de la intervención al inmueble, así como las dimensiones aproximadas de la obra de acuerdo al conjunto de problemas a resolver.

De aquí surge el proyecto de intervención, que con fundamento en información documental y material, establece las áreas trabajo y se especifican los procedimientos a ejecutar. Todo esto con la intención de dimensionar cuantitativa y cualitativamente las especificaciones y procedimientos técnicos a emplearse, para liberar de agregados que alteran la expresión histórica y espacial del inmueble o dañan su estructura.

Liberar de los elementos que fueron añadidos al edificio por diferentes fines que no son de la época.

Consolidar para mantener o recuperar las características originales de trabajo de los elementos arquitectónicos deteriorados.

Reestructurar para restablecer la transmisión de cargas y esfuerzos conforme al diseño original del inmueble o mantener la estabilidad de la estructura del edificio al eliminar las causas de alteración y deterioro.

Reintegrar los elementos faltantes del inmueble, siempre y cuando sean evidentes tanto sus características como su ubicación.

Integrar nuevos elementos arquitectónicos resultantes de las intenciones de uso, manteniendo su carácter reversible, su integración arquitectónica, la posibilidad de diferenciarse sin dañar las partes originales y adecuar el inmueble en su conjunto al uso contemporáneo mediante acciones menores.

Se conformará el proyecto por las siguientes etapas:

- I. Memoria gráfica del estado actual, se realizará un recorrido fotográfico del estado actual del inmueble y se señalarán los puntos de mayor atención, se deberán de clasificar las fotografías y se elaborará una ficha de control, la cual deberá contener un gráfico con el geometral correspondiente, la clasificación del espacio, la vista de la cual fue tomada la fotografía, un número consecutivo de toma fotográfica, observaciones de la toma fotográfica, fecha en que se realizó la ficha.
- II. Proyecto de identificación de fábricas, se localizan los diferentes materiales y su composición física, dimensiones, etc.
- III. Proyecto de levantamiento de daños, se identificarán los daños sufridos en el inmueble.
- IV. Proyecto de Liberación, se localizarán los elementos no originales del inmueble.
- V. Proyecto de Consolidación, se elaborara un proyecto en el cual se identifiquen los daños y la posible intervención para recuperar el estado físico original del edificio, su estructura y su conformación original.
- VI. Proyecto de Reintegración, devolverá el estado original al inmueble, se consideran los materiales originales, se localiza los elementos faltantes para volver a integrarlos al edificio, se debe de procurar que el material cuente con las características del elemento original, tanto físicas como químicas.

- VII. Proyecto de integración, devolverá la seguridad estructural o de conformación de los elementos del edificio, aun cuando no sean del proyecto original, con el fin de preservar en lo más posible su conformación y no ponga en riesgo su conservación.
- VIII. Proyecto de eficiencia energética, establece los cambios en la tecnología que favorezcan el uso responsable y eficiente de la energía.
- IX. Estudio de idoneidad técnica para implementación de las tecnologías que sean más favorables para el inmueble.
- X. Proyecto de implementación de tecnologías, se elaboraran los planos técnicos para la implementación de las tecnologías sugeridas y la conducción de las instalaciones necesarias y pasos de las mismas.
- XI. Estudio financiero de las acciones realizadas, beneficios obtenidos y metas energéticas del proyecto.

Definición del objetivo y el alcance

Este estudio, establecerá los alcances de implementación así como los objetivos y metas del proyecto, deberá de relacionarse con los beneficios obtenidos por las acciones de restauración y de implementación. También establece un plan de reinversión en los equipos implementados así como el mantenimiento de los mismos y del inmueble. En donde se deberá de analizar:

1. Tarifa de consumo eléctrico
2. Huso horario de operatividad en el edificio
3. Metas y alcances de implementación
4. Beneficios obtenidos por implementación (sociales, ambientales, económicos)
5. Identificación de ventanas de oportunidades.
6. Plan de ejecución de obra
7. Plan de implementación de medidas en eficiencia energética
8. Plan de ahorro de energía (corto, mediano y largo plazo)
9. Plan de implementación de generación de energía a través de una fuente renovable.
10. Plan de financiación económica
11. Gestión administrativa y legal por cambios resultantes de implementación.

Selección de tarifa eléctrica.

Actualmente en México las tarifas establecidas por la Comisión Federal de Electricidad son 51 tipos de tarifa y se pueden agrupar en cuatro grupos:

- Domésticas
- Servicio Público
- Riego Agrícola
- Servicios Generales

Que a su vez se ubican en zonas horarias que la CFE organizó por su tipo de consumo temporal, por servicio y clima.



Ilustración 23 Plano de ubicación de las zonas tarifarias de la Comisión Federal de Electricidad.

En México las tarifas de uso doméstico están subsidiadas por el gobierno con excepción de la tarifa Doméstica de Alto Consumo (DAC), de las ocho tarifas para uso doméstico, únicamente siete (01, 1A, 1B, 1C, 1D, 1E y 1F), cuentan con el subsidio federal. Al pasar de una cantidad de kWh de consumo según la zona geográfica de CFE, este domicilio entra en la denominación DAC, esta tarifa no tiene subsidio.

Las letras subsecuentes de los números indican las diferentes zonas geográficas establecidas por la CFE, en concordancia con la temperatura del sitio, se aclara que en las zonas de mayor temperatura, el costo de energía eléctrica obtiene un mayor subsidio.

Durante los meses de más calor (abril a septiembre), muchos aparatos tienen que mantenerse encendidos gran parte del tiempo, o trabajar a mayor potencia. Por ello, en las regiones más cálidas del país se aplica un subsidio especial.

Tarifa	Temperatura media mensual mínima en verano	Límite de plicación de tarifa DAC (sin subsidio)
1	< 25 °C	250 kWh/mes
1A	25 °C	300 kWh/mes
1B	28 °C	400 kWh/mes
1C	30 °C	850 kWh/mes
1D	31 °C	1,000 kWh/mes
1E	32 °C	2,000 kWh/mes
1F	33 °C	2,500 kWh/mes

Tabla 15 Tabla de tarifas subsidiadas con límites y parámetros de temperatura media.

En estas tarifas con subsidio existen diferentes escalones para la actuación del consumo energético, depende de la zona geográfica, la temperatura promedio mensual del sitio, la época del año y de la demanda en el consumo, cada uno de los escalones tiene un precio diferente y está en relación a los puntos antes mencionados. Dentro de los rangos del subsidio en el consumo de energía eléctrica, existen límites para segmentar el cobro, que corresponden al tipo de contratación ante la CFE y el consumo de energía eléctrica del inmueble, se dividen en:

- Consumo básico
- Consumo intermedio (*en los meses de verano este escalón se divide en dos: consumo intermedio bajo y consumo intermedio alto*)
- Consumo excedente.

Tarifas	1,1A,1B,1C,1D,1E,1F			DAC
Subsidio	Temporal (depende de la época del año)			Sin subsidio
Escalón de consumo	Consumo básico	Consumo intermedio (se divide en dos por época del año, en intermedio alto y en intermedio bajo)	Consumo excedente	Se aplica tarifa DAC a todo el consumo

Tabla 16 Tabla de tarifas domiciliarias, tipos de consumos y divisiones circunscritas por consumo y temporada anual.

Para entender esto, se hace referencia a la Tarifa 1E47 (promedio mensual de temperatura 32°C), según la clasificación de CFE, el mes de septiembre está dentro del horario de verano, por lo cual se divide en dos el consumo intermedio (de 151 kW a 199 kW), en intermedio bajo e intermedio alto (25 kW respectivamente), y el consumo excedente se cobrará sin subsidio.

Ejemplo:

Tarifa mes de Septiembre en zona Central	Consumo mensual	Costo económico	Costo económico	Porcentaje económico
Consumo básico	150.00 kW	\$0.583	\$87.45	24.74%
Consumo intermedio bajo	25.00 kW	\$0.726	\$18.15	5.13%
Consumo intermedio alto	25.00 kW	\$0.948	\$23.70	6.71%
Consumo excedente	80.00 kW	\$2.802	\$224.16	63.42%
	280.00 kW		\$353.46	100.00%

Tabla 17 Tabla de comparación de costos económicos por tipo de consumo en horario de verano.

Si se considera el mes de octubre que está fuera del horario de verano, sólo existe un consumo intermedio, por estar en el horario de invierno, pero se modifican el costo de las tarifas en todos los rubros.

⁴⁷ Fuente : Página de la CFE, Conoce tu tarifa, CASA, TARIFA 1E, http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/tarifas_casa.asp?Tarifa=DACTAR1E&Temporada4=Verano&Anio=2017&imprime=&Periodo=4&mes2=a+septiembre.&mes=9



Tarifa mes de Octubre en zona Central	Consumo mensual	Costo económico	Costo económico	Porcentaje económico
Consumo básico	150.00 kW	\$0.793	\$118.95	30.43%
Consumo intermedio	50.00 kW	\$0.956	\$47.80	12.23%
Consumo excedente	80.00 kW	\$2.802	\$224.16	57.34%
	280.00 kW		\$390.91	100.00%

Tabla 18 Tabla de comparación de costos económicos por tipo de consumo en horario de invierno.

Aún cuando el consumo es el mismo, se hace notar que las tarifas cambian según la época del año, los rubros y el costo económico. En los dos casos el costo económico por el consumo excedente es el más alto, por este motivo se recomienda evitar el consumo excedente o de ser necesario, hacer una nueva contratación con la compañía suministradora para emigrar a una tarifa que convenga más, que permita un mayor consumo a menor precio.

Tarifa O-M

La tarifa ordinaria para servicio general en media tensión con demanda menor a 100 kW, es una tarifa clasificada en servicio de suministro para negocios, esta tarifa tiene la ventaja de ser su costo económico por consumo de energía, fijo, se divide en dos partes, el cargo por kilowatt contratado y el cargo por demanda máxima medida.

Para hacer la contratación en esta tarifa se debe considerar que es un servicio de suministro de energía dirigido hacia negocios que no exceden los 100 kW de consumo promedio diario, la demanda contratada se fijará en un principio en la relación de la carga total conectada y no será menor al 60% o menor a la capacidad del mayor motor o aparato instalado. En el caso de que el 60% de la carga total conectada exceda la capacidad de la subestación del usuario, sólo se tomará como demanda controlada la capacidad de la subestación a un factor de 90%.

Demanda máxima medida

Se determina mensualmente a través de mediciones con intervalos de quince minutos, que indican la demanda media en kilowatts, cuando sea mayor la demanda a cualquier otro intervalo registrado, se considera como demanda máxima medida y será registrada como tal en la facturación, cualquier fracción de kilowatt se tomará como kilowatt completo. Cuando la demanda máxima medida exceda de 100 kilowatts, se podrá solicitar a la compañía suministradora (CFE) el cambio o migración a la tarifa H-M, al tercer mes consecutivo que exceda la demanda de 100 kW, el suministrador hará el cambio a la tarifa H-M, notificando al usuario.

Costo por servicio de suministro de energía ZONA CENTRAL		
OM		
MES	HORARIO DE ENERGÍA CONSUMIDA	DEMANDA MÁXIMA MEDIDA
ENERO	\$1.448	\$197.880
FEBRERO	\$1.956	\$200.650
MARZO	\$1.448	\$206.730
ABRIL	\$1.357	\$207.970
MAYO	\$1.346	\$206.490
JUNIO	\$1.357	\$204.160
JULIO	\$1.382	\$204.470
AGOSTO	\$1.400	\$202.690
SEPTIEMBRE	\$1.429	\$201.680
OCTUBRE	\$1.444	\$208.640
NOVIEMBRE	\$0.000	
DICIEMBRE	\$0.000	
Cosoto promedio anual	\$1.46	\$204.14

Tabla 19 Costos por servicios de suministro de energía mensuales.

Estos costos están actualizados al mes de octubre de 2017.

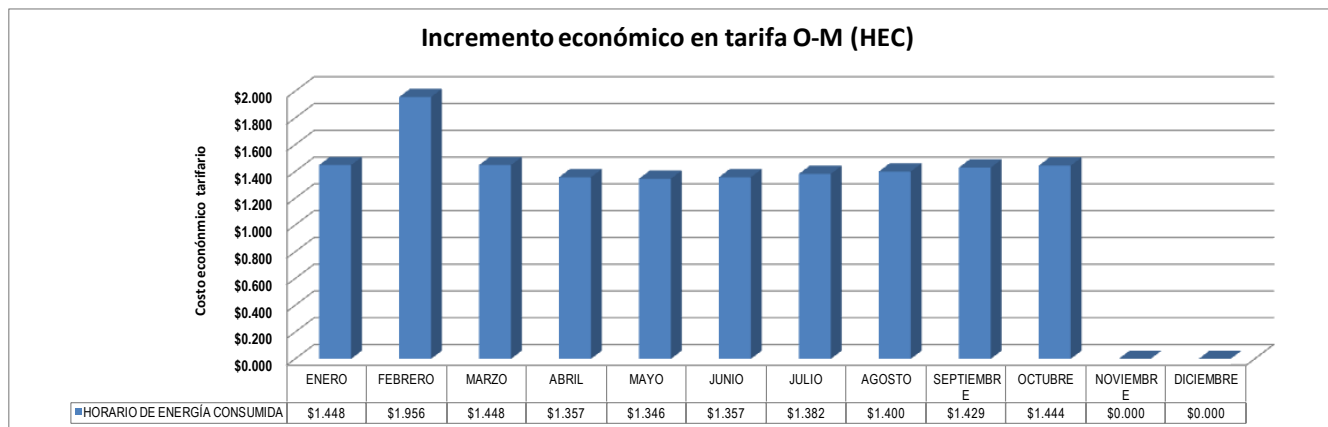


Tabla 20 Gráfica de comportamiento en el incremento al costo tarifario mensual.

Este es el comportamiento económico de la tarifa O-M en el año 2017, cabe mencionar que el costo del kilowatt está en función de la medición promedio en el consumo, registrado en lapsos de 15 minutos, en el caso que la medición incremente más del promedio, se facturará este kilowatt en demanda máxima medida.

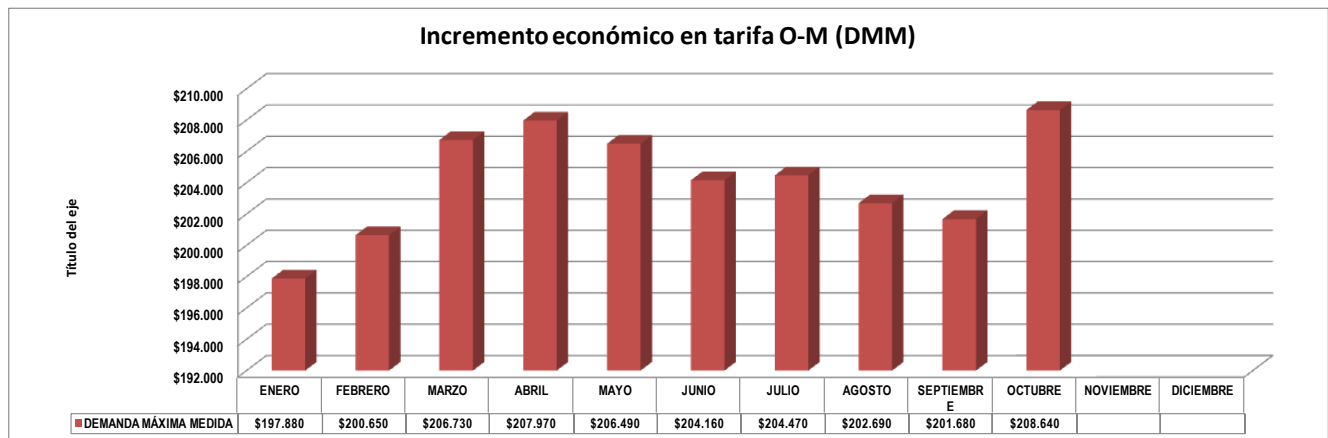


Tabla 21 Gráfica de comportamiento en el incremento en el costo tarifario mensual O-M.

El comportamiento económico de la tarifa O-M está relacionado al costo de los insumos que se requieren para la generación de energía proveniente de una fuente convencional (Gas, carbón, combustóleos, diesel, gas natural, etc.) según la tecnología empleada, también se integran los gastos de distribución, transporte y gestión de la energía.

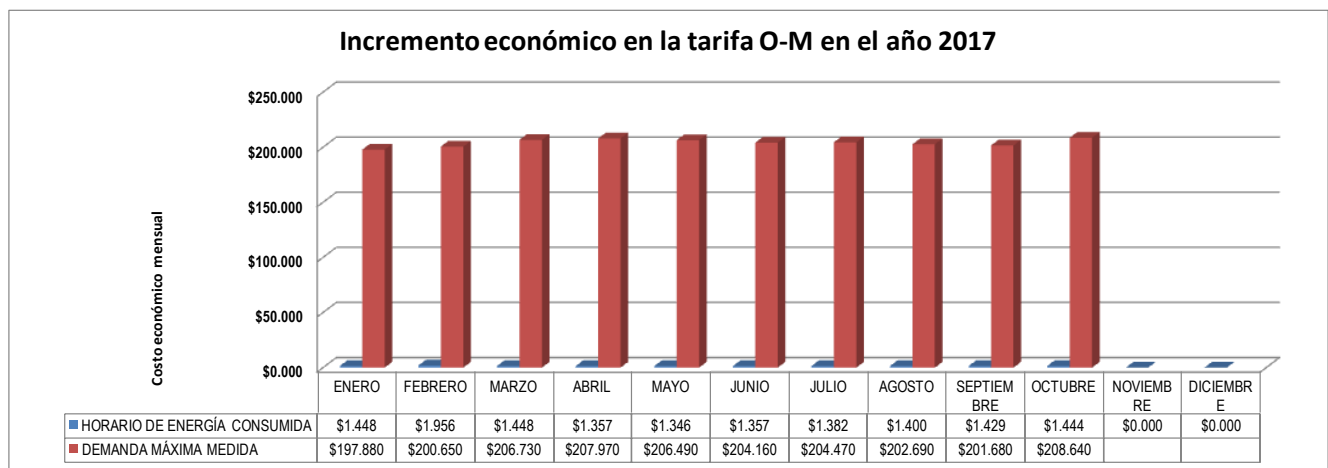


Tabla 22 Gráfica de comportamiento en el incremento en el costo tarifario mensual en el año 2017.

En promedio en un edificio sin medidas de eficiencia energética o programas de gestión de la energía, el costo económico promedio está conformado aproximadamente de un 60 a 70% del costo por consumo en horario de energía consumida, el restante 30 a 40% es el costo por demanda máxima, en cuestión de energía, la demanda máxima no llega a representar más del 5% del consumo total.

Razón por la cual se debe de implementar estas medidas para hacer buen uso de la energía.

Tarifa H-M

Tarifa en horario en media tensión, en este horario se encuentran muchas variantes, en primer lugar existen husos horarios de la energía, se dividen en horario base, intermedio y punta, que según el día y época del año obtiene un valor económico, de manera general se dividen en estos tres rubros pero se consideran las tarifas en horarios de lunes a viernes, sábados y en domingos y días festivos.

Costo por servicio de suministro de energía				
HM				
MES	PUNTA	INTERMEDIA	BASE	PROMEDIO
Enero	\$1.1487	\$0.9964	\$0.9683	\$1.0021
Febrero	\$1.2857	\$1.0797	\$1.0492	\$1.0892
Marzo	\$1.5070	\$1.2655	\$1.2298	\$1.2767
Abril	\$1.4279	\$1.1991	\$1.1652	\$1.2097
Mayo	\$1.2494	\$1.0492	\$1.0196	\$1.0585
Junio	\$1.2636	\$1.0611	\$1.0311	\$1.0705
Julio	\$1.2542	\$1.0532	\$1.0235	\$1.0625
Agosto	\$1.2133	\$1.0189	\$0.9901	\$1.0279
Septiembre	\$2.3165	\$1.1647	\$0.9736	\$1.2129
Octubre	\$2.3341	\$1.1812	\$0.9874	\$1.2288
Noviembre	\$0.0000	\$0.0000	\$0.0000	\$0.0000
Diciembre	\$0.0000	\$0.0000	\$0.0000	\$0.0000
Cosoto promedio	\$1.50	\$1.11	\$1.04	\$1.12

Tabla 23 Costo tarifario mensual en tarifa HM.

Para entender el comportamiento de esta tarifa es necesario ver cómo se comporta según el horario, día y época del año que se desea estudiar, para eso es necesario ver las siguientes tablas.

TARIFA H-M				
	MES	HORARIO		
		PUNTA	INTERMEDIO	BASE
2017	ENERO	\$1.1487	\$0.9964	\$0.9683
	FEBRERO	\$1.2857	\$1.0797	\$1.0492
	MARZO	\$1.5070	\$1.2655	\$1.2298
	ABRIL	\$1.4279	\$1.1991	\$1.1652
	MAYO	\$1.2494	\$1.0492	\$1.0196
	JUNIO	\$1.2636	\$1.0611	\$1.0311
	JULIO	\$1.2542	\$1.0532	\$1.0235
	AGOSTO	\$1.2133	\$1.0189	\$0.9901
	SEPTIEMBRE	\$2.3165	\$1.1647	\$0.9736
	OCTUBRE	\$2.3341	\$1.1812	\$0.9874
	NOVIEMBRE	\$0.0000	\$0.0000	\$0.0000
	DICIEMBRE	\$0.0000	\$0.0000	\$0.0000

COSTO PROMEDIO DÍA				
	LUNES A VIERNES			
	PUNTA	INTERMEDIO	BASE	PROMEDIO
INVIERNO	\$4.5946	\$13.9496	\$5.8098	\$1.0148
	\$5.1428	\$15.1158	\$6.2952	\$1.1064
	\$6.0280	\$17.7170	\$7.3788	\$1.2968
	\$2.8558	\$19.1856	\$6.9912	\$1.2097
	\$2.4988	\$16.7872	\$6.1176	\$1.0585
VERANO	\$2.5272	\$16.9776	\$6.1866	\$1.0705
	\$2.5084	\$16.8512	\$6.1410	\$1.0625
	\$2.4266	\$16.3024	\$5.9406	\$1.0279
	\$4.6330	\$18.6352	\$5.8416	\$1.2129
	\$4.6682	\$18.8992	\$5.9244	\$1.2288
INV.	\$0.0000	\$0.0000	\$0.0000	\$0.0000
	\$0.0000	\$0.0000	\$0.0000	\$0.0000

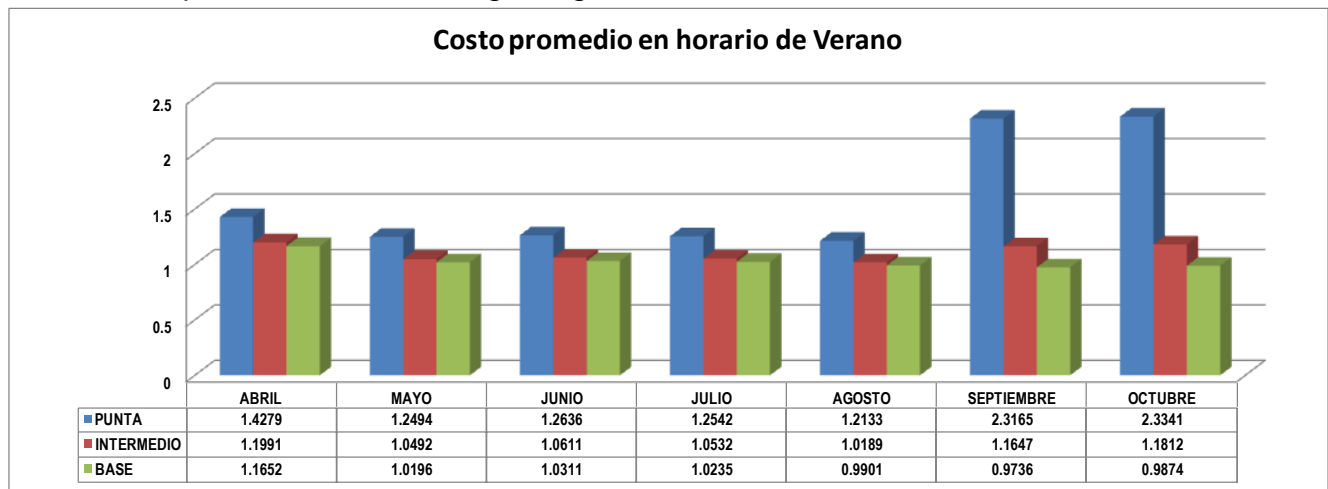


COSTO PROMEDIO DÍA			
SÁBADOS			
PUNTA	INTERMEDIO	BASE	PROMEDIO
\$2.2973	\$13.9496	\$7.7464	\$0.9997
\$2.5714	\$15.1158	\$8.3936	\$1.0867
\$3.0140	\$17.7170	\$9.8384	\$1.2737
\$0.0000	\$20.3847	\$8.1564	\$1.1892
\$0.0000	\$17.8364	\$7.1372	\$1.0406
\$0.0000	\$18.0387	\$7.2177	\$1.0524
\$0.0000	\$17.9044	\$7.1645	\$1.0445
\$0.0000	\$17.3213	\$6.9307	\$1.0105
\$0.0000	\$19.7999	\$6.8152	\$1.1090
\$0.0000	\$20.0804	\$6.9118	\$1.1247
\$0.0000	\$0.0000	\$0.0000	\$0.0000
\$0.0000	\$0.0000	\$0.0000	\$0.0000

COSTO PROMEDIO DÍA			
DOMINGOS Y DÍAS FESTIVOS			
PUNTA	INTERMEDIO	BASE	PROMEDIO
\$0.0000	\$5.9784	\$17.4294	\$0.9753
\$0.0000	\$6.4782	\$18.8856	\$1.0568
\$0.0000	\$7.5930	\$22.1364	\$1.2387
\$0.0000	\$5.9955	\$22.1388	\$1.1723
\$0.0000	\$5.2460	\$19.3724	\$1.0258
\$0.0000	\$5.3055	\$19.5909	\$1.0374
\$0.0000	\$5.2660	\$19.4465	\$1.0297
\$0.0000	\$5.0945	\$18.8119	\$0.9961
\$0.0000	\$5.8235	\$18.4984	\$1.0134
\$0.0000	\$5.9060	\$18.7606	\$1.0278
\$0.0000	\$0.0000	\$0.0000	\$0.0000
\$0.0000	\$0.0000	\$0.0000	\$0.0000

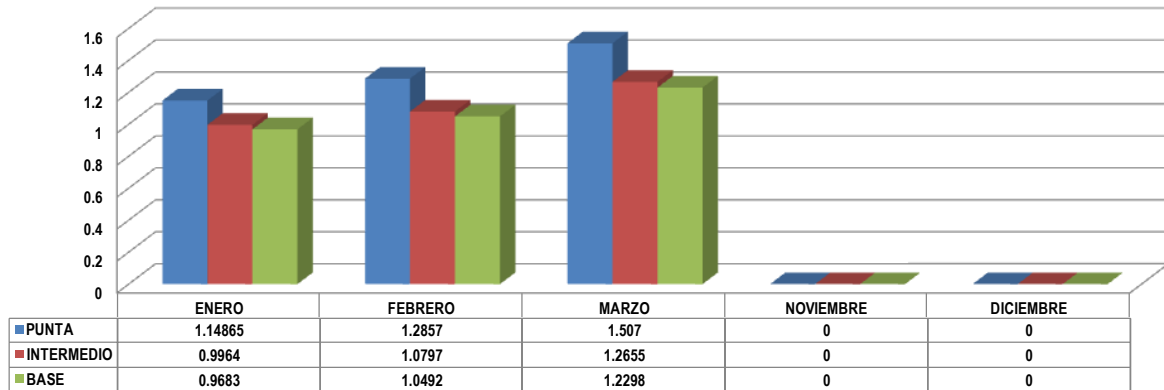
Tabla 24 Costos promedio al día por horarios de verano e invierno.

Esta tarifa representa una gran ventaja económica para aquellas empresas o negocios que tengan actividades los fines de semana, también sí se evitan las grandes demandas en horarios punto durante las dos épocas del año ya citadas (verano e invierno), los ahorros económicos por consumo de energía llegan a ser convenientes.





Costo promedio en horario de Invierno



Comportamiento tarifario CFE 2017 en H-M

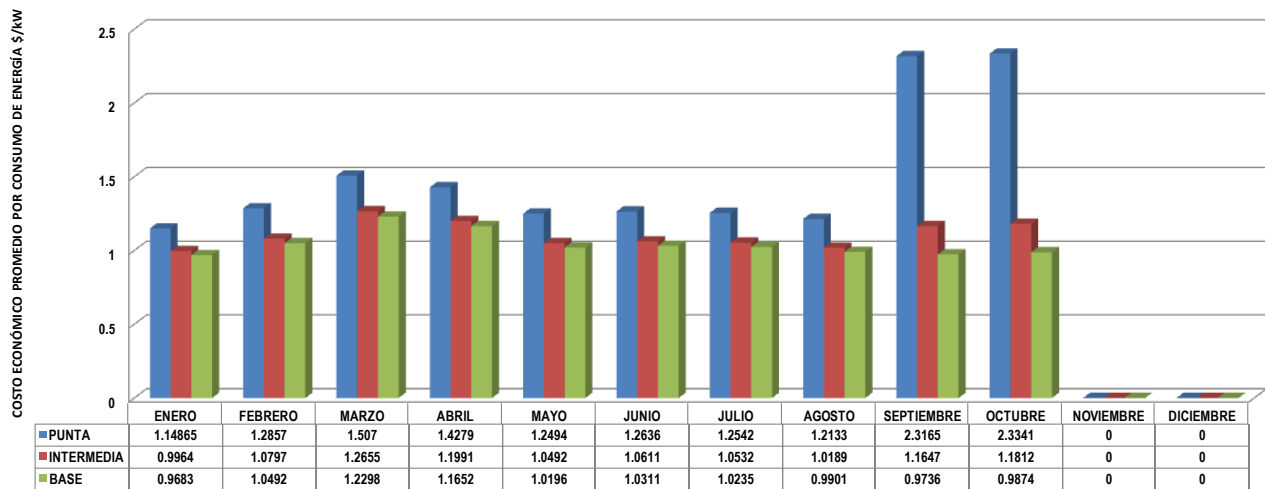


Tabla 25 Gráficas de comportamiento tarifario por mes.

Incremento económico promedio en tarifa HM

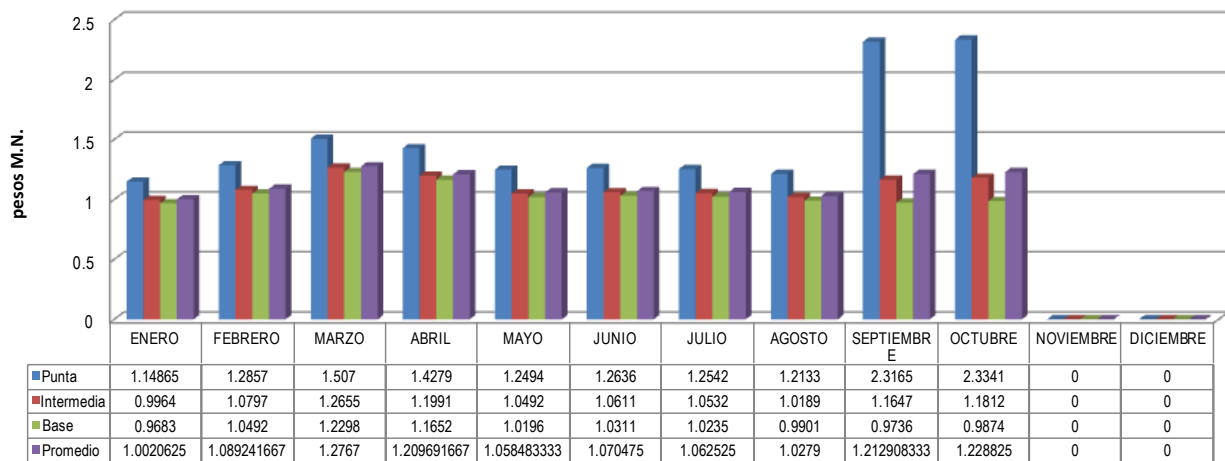


Tabla 26 Gráfica de incremento tarifario mensual en tarifa HM.

Consideraciones para la selección de la tarifa eléctrica idónea

A pesar que la tarifa H-M tiene la desventaja de contar con dos tarifas temporales (verano e invierno), que consta de tres tipos de tarifa (base, intermedio y punta), cuanta con las siguientes ventajas:

- Al ser el suministro en media tensión, es más barata que las tarifas en baja.
- Al hacer una gestión en el consumo eléctrico, se pueden programar los horarios de consumo, evitar los horarios punta en lo posible, se obtiene un ahorro económico importante.
- Si se mantiene el factor de potencia, se evita la demanda máxima medida y evitamos multas por mal uso de la energía, obtenemos mejores condiciones económicas.
- Al generar nuestra propia energía eléctrica a través del campo fotovoltaico, uno de los horarios punta se evita por encontrarse dentro de las horas de la cosecha solar.
- En el caso de tener actividades laborales en los fines de semana, el costo promedio en sábados y domingo es bajo, ya que solamente en los sábados en el horario de invierno hay horario punta y en los domingos y días festivos no hay horario punta durante todo el año.

Recomendaciones

- I. Realizar una medición del estado actual en la instalación eléctrica y medir los siguientes puntos:
 - Tensión en el servicio eléctrico
 - Factor de potencia
 - Carga demandada
 - Comportamiento de consumo
 - Existencia de armónicos en las fases
 - Existencia de corriente en el neutro

- II. Reportar a la Comisión Federal de Electricidad (CFE), el estado actual del sistema eléctrico, con la solicitud de migrar de tarifa
- III. Reportar a CFE los posibles cambios en el sistema eléctrico, con acciones puntuales en eficiencia energética, ahorro y generación de energía.
- IV. Después de haber ejecutado los cambios, realizar una medición del sistema eléctrico y reportar a la CFE de intenciones de migrar de tarifa a media tensión y hacer un contrato nuevo con la integración de un medidor bidireccional.
- V. Migrar a la tarifa H-M con la adición de un medidor bidireccional
- VI. Realizar una tercera medición con el sistema eléctrico completo (eficiencia energética, ahorro y generación de energía).
- VII. Reportar a la CFE las mediciones y los beneficios obtenidos

Esta metodología debe de realizarse de esta manera para evitar que la compañía suministradora levante multas por omisión de información y realizar cambios sin su conocimiento.

Estudio de ecotecnias aplicables a un edificio de valor patrimonial

Es un instrumento desarrollado para aprovechar eficientemente los recursos naturales y materiales para permitir la elaboración de productos y servicios, así como el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y materiales diversos para la vida diaria.

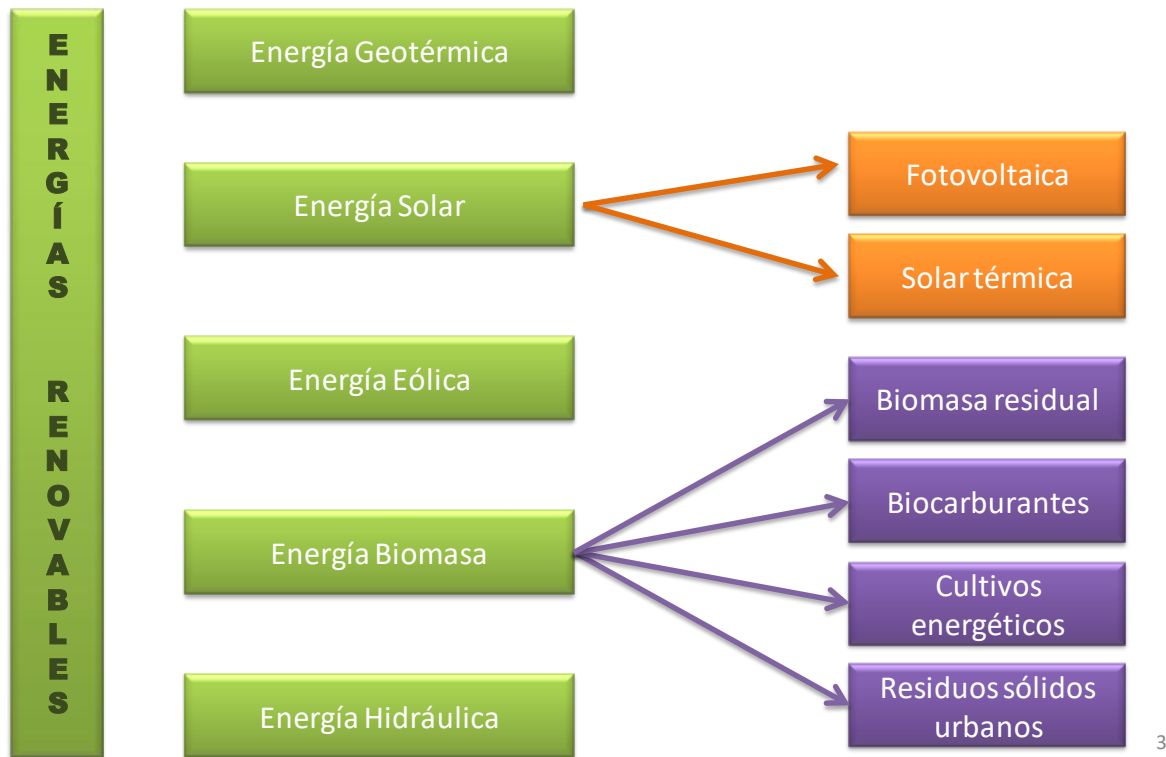
Ventajas

- Reducen el impacto en la huella de carbono.
- Mantienen el patrimonio biológico.
- Utilizan racionalmente los recursos naturales no renovables.
- Benefician la salud de las personas.
- Hay reciclaje y manejo de desechos de forma adecuada.
- Ahorran agua y energía

Sistemas a implementar.

1. Sistema Fotovoltaico de Generación de Energía Eléctrica (Panel Fotovoltaico)
2. Sistema pasivo de calentamiento de agua (Colector Solar)
3. Biomasa (Gas Natural)
4. Sistema Eólico de Generación de Energía Eléctrica (Aerogenerador)
5. Sistema pasivo de calefacción-enfriamiento (Geotermia)
6. Sistema pasivo de control de temperatura (Envolvertes)

Todas estas ecotecnias se consideran fuentes de energía renovable y se denomina energía renovable a la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen, o porque son capaces de regenerarse por medios naturales.



3

Ilustración 24 Tabla aclaratoria de las energías renovables y tecnologías relacionadas

Eficiencia energética aplicada a la conservación.

Medición

La medición es necesaria para poder determinar en que estamos consumiendo la energía, a partir de esto se podrá analizar las acciones a seguir, se recomienda el monitoreo del consumo durante un año, así se determinan por época del año, el tipo de consumo.

Monitoreo

Este paso es importante para la determinación del consumo por época del año, ya que en temporada de frío, se incrementa el consumo por el uso de calefactores y en temporadas de calor por el uso ventiladores, en las etapas de lluvia aumenta el uso horario de iluminación artificial, etc.

Levantamiento energético

Con el levantamiento del consumo de la energía, podemos ubicar los puntos de consumo, necesarios para establecer las acciones puntuales de eficiencia energética.

Planeación de acciones.

Al obtener los registros de consumos energéticos, se establece el plan de acciones a ejecutar, se determina con los planos del levantamiento energético y se comparan con los planos de instalaciones del edificio, para establecer las acciones y cambios en las instalaciones del edificio.

Proyecto de implementación

En los casos en donde se pueda aportar o implementar energía a través de sistemas de generación pasiva, se elabora la propuesta en instalaciones y la ubicación de los diferentes sistemas de generación de energía. Dentro de este paso se debe estimar el aporte por implementación.

Proyecto de energía renovable.

Se calcula el consumo por época del año para determinar el mínimo de generación por sistema, se hace la propuesta en base al área disponible y al recurso económico.

Proyecto de inversión económica

Se establece lo mínimo necesario de implementación, se hace un estudio de recuperación de inversión para saber si es viable y factible la propuesta, se considera el ahorro en energía y sus beneficios económicos, el periodo de retorno de inversión debe determinarse por sistema de generación de energía.

Proyecto de ejecución de obra

Acciones relacionadas con periodos de ejecución de obra que deberán estar supervisadas por un área en restauración si es el caso de un edificio de valor patrimonial.

Estudio de Idoneidad Técnica para la Implementación de Energías Renovables

Antecedentes

El proyecto original establecía una propuesta de implementación de paneles fotovoltaicos que para su momento, cumplían con las necesidades del usuario, siendo idóneos para las condiciones geográficas del sitio y económicamente viables, su función era alimentar los equipos de iluminación del conjunto, por lo cual se estableció un campo de baterías que alimentarían en la noche o en condiciones de nubosidad.

En la etapa de actualización de los equipos, a través de asesorías y en observancia con lo establecido en la Ley LASE, se opta por cambiar el objetivo del Sistema Fotovoltaico de Generación de Energía Eléctrica (SFGEE), siendo que:

- El banco de baterías tiene un tiempo de vida estimado de 3.5 a 5 años
- El valor del campo de baterías en promedio tiene un costo aproximado al 40% del valor de implementación
- El costo ambiental por uso de baterías es muy alto ya que contienen Plomo, Litio, Ácidos y otros productos no biodegradables y que contaminan suelo, aire y agua.
- El uso de la energía en un voltaje de 480 Voltios, da la practicidad de utilizar la energía en los equipos que requieren un uso constante de la energía eléctrica, que son los de mayor demanda energética y que requieren que la energía abastecida este regulada para evitar fallos o sobre cargas en los equipos.
- El campo fotovoltaico puede proveer la energía regulada durante el uso horario más demandante.
- El cambio de panel sugerido originalmente cumplía con lo que en su momento se demandaba del SFGEE, al transcurrir el tiempo, la tecnología a avanzado, actualmente existen paneles que con las mismas dimensiones promedio, pueden aportar una mayor cosecha energética por hora, al ser así, el beneficio por cosecha energética es mayor.
- El campo fotovoltaico no sólo proporcionará un beneficio económico por el ahorro en el consumo energético, al sustituir energía proveniente de una fuente convencional, por una fuente de energía limpia, se obtiene un beneficio ambiental, ya que no emiten gases de efecto invernadero, al no utilizar baterías, no se contaminan el aire, suelo y agua, también tiene un beneficio social, al no tener impacto a la salud por emisión de gases, contaminación de agua y suelos, también se impulsa al sector industrial que mantiene y crea fuentes de trabajo.

Sistema Fotovoltaico de Generación de Energía Eléctrica

Propuesta de Sistema Fotovoltaico de Generación de Energía.

La propuesta consiste en orientar los paneles hacia el sur con una inclinación de 14 grados para el aprovechamiento de la cosecha solar, se conectarán los paneles en serie para lograr un voltaje de 480 voltios, estos paneles se conectarán a un inversor con una capacidad de transformación de corriente continua a corriente alterna de 95 %, la capacidad del módulo tendrá la finalidad en que los días de mayor cosecha solar pueda soportar la sobre carga de energía.

Propuesta de Panel Fotovoltaico a utilizar.

Se propone un panel fotovoltaico de generación de energía eléctrica bajo las siguientes características:

- Mayor eficiencia de conversión de energía fotovoltaica a energía en corriente directa (C.C.), en la actualidad se cuentan con eficiencias entre los rangos de 12% a 18%, siendo estos últimos de alto costo por no producirse en el país.
- La celda deberá ser de Silicio monocristalino, garantizando una mayor productividad durante su vida útil, siendo que este tipo de celda hasta cumplir 20 años de uso baja su producción en un 10%.
- Panel rígido de aluminio o acero inoxidable, garantizando que no haya deformación en el panel.
- Cubierta de vidrio templado con alta transividad, garantiza la mayor transferencia de los rayos solares a la celda fotovoltaica y prolongando su productividad por mayor tiempo al no opacarse y sufrir daños por intemperismo.
- Diodos de seguridad, estos diodos garantizan que al existir una sobre carga o falla en la conducción eléctrica, el panel se bloquea y los diodos sirven de puente eléctrico para que el módulo no deje de producir si un panel falla.
- Compatibilidad con conexiones en inversores.
- Producción eléctrica, no deberá de bajar su producción en un 5% o mayor en momento de cosecha solar, esto garantizará un mejor desempeño durante la cosecha solar.
- Certificaciones, deberá de cumplir con certificaciones nacionales e internacionales, para garantizar la calidad del producto y este avalado por estas organismos.

Bajo estas características se evaluaron 25 marcas y diferentes paneles que cumplían con estos puntos de los cuales se consideran en la siguiente tabla a los paneles que por su tecnología son los de mayor eficiencia. El panel de generación de energía eléctrica debe de cumplir con las siguientes características.

En panel cuanta con:

- Celda monocristalina de silicio.
- Panel rígido de aluminio
- Cristal templado de alta transítividad
- Poder de generación máximo de 5%
- Caída de generación de 3%
- 3 diodos de seguridad
- Adaptabilidad de las conexiones con las marcas del mercado
- Mayor generación de energía durante su vida útil (del momento de instalación a 20 años al 100%, después cae 90% hasta los 25 años).
- Certificaciones UL (UL 1703) y NEC (NEC 2008), ISO 9001 e ISO 14001, certificado y registrado en Class C IEC 61215.

Propuesta de inversor

Los inversores de conversión de energía continua a alterna deben de contar con las siguientes características para garantizar un mejor desempeño.

- Regulación de temperatura (Sistema de ventilación acoplado)
- Module manager (rendimiento óptimo de operación)
- Seguridad (Separación galvanizada)
- Visualización (Pantalla de interfaz para mejor registro de eventos y comunicación con el operador)
- Interfaz (tarjeta Co, Card).
- Datta logger (registrador de datos y eventos que se puede conectar a sistema de comunicación y registro a través de la red de voz y datos del edificio).
- Adaptabilidad de las conexiones con las marcas del mercado
- Mayor generación de energía durante su vida útil (del momento de instalación a 20 años al 100%, después cae 90% hasta los 25 años).
- Certificaciones UL (UL 1703) y NEC (NEC 2008), ISO 9001 e ISO 14001
- Sello FIDE

Cálculo para estimar la generación de energía de un Sistema Fotovoltaico.

Para estimar la capacidad instalada de paneles fotovoltaicos se debe de tomar el objetivo de energía a obtener, en esta estimación se consideran que las condiciones del sitio es un factor a considerar, es independiente de las condiciones técnicas del equipo a instalar. Esto puede crear una diferencia en el número de paneles a instalar.

Ejemplo:

Condiciones geográficas

$$\text{Número máximo de paneles} = \frac{\text{Potencia del inversor}}{\text{FR mínimo} * \text{PGF}} = \frac{50,000 \text{ WATTS}}{0.85 * 260 \text{ WATTS}} = 254.90$$

Paneles = 255 paneles

Condiciones técnicas del panel

$$\text{Número máximo de paneles} = \frac{\text{Potencia del inversor}}{\text{FR máximo} * \text{PGF}} = \frac{50,000 \text{ WATTS}}{1 * 260 \text{ WATTS}} = 192.30$$

Paneles = 192 paneles

Donde:

FR Factor adimensional dependiente de la zona geográfica

PGF Potencia nominal del módulo fotovoltaico

Diferencia entre sistemas estimados = 63 paneles

Donde la diferencia de los sistemas radica en el factor geográfico, si se considera o no, es importante decir que las condiciones climáticas y de radiación promedio anual (kWp/m^2), afectarán en la productividad de la cosecha solar del campo fotovoltaico así como la inclinación y orientación del panel según su ubicación geográfica. También el acomodo está relacionado en el voltaje que se quiere obtener del SFGE, por su acomodo en serie y paralelo, es decir, la suma de voltaje nos va a dar la tensión de la corriente eléctrica, y la conexión en paralelo nos dará la suma en la potencia de la corriente (Amperes).

Por tal motivo y teniendo en cuenta que se espera un voltaje a 480 Voltios y un amperaje de 117 amperes, el módulo queda de la siguiente manera:

Acomodo en conexión de paneles																					
Conexión de paneles en Serie																					
Paneles en serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	unidad
Tensión	30.77	61.54	92.31	123.08	153.85	184.62	215.39	246.16	276.93	307.7	338.47	369.24	400.01	430.78	461.55	492.32	523.09	553.86	584.63	615.4	V
Corriente	8.37	8.37	8.37	8.37	8.37	8.37	8.37	8.37	8.37	8.37	8.37	8.37	8.37	8.37	8.37	8.37	8.37	8.37	8.37	8.37	A
Potencia	257.5449	515.0898	772.6347	1030.18	1287.725	1545.269	1802.814	2060.359	2317.904	2575.449	2832.994	3090.539	3348.084	3605.6286	3863.174	4120.7184	4378.263	4635.808	4893.353	5150.898	W
	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	
Conexión de paneles en Paralelo																					
Paneles en paralelo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	unidad
Tensión	461.55	461.55	461.55	461.55	461.55	461.55	461.55	461.55	461.55	461.55	461.55	461.55	461.55	461.55	461.55	461.55	461.55	461.55	461.55	461.55	V
Corriente	8.37	16.74	25.11	33.48	41.85	50.22	58.59	66.96	75.33	83.7	92.07	100.44	108.81	117.18	125.55	133.92	142.29	150.66	159.03	167.4	A
Potencia	3863.1735	7726.347	11589.52	15452.69	19315.87	23179.04	27042.21	30905.39	34768.56	38631.74	42494.91	46358.08	50221.26	54084.429	57947.6	61810.776	65673.95	69537.12	73400.3	77263.47	W
	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	

Tabla 27 Acomodo de paneles según su conexión en serie o paralelo

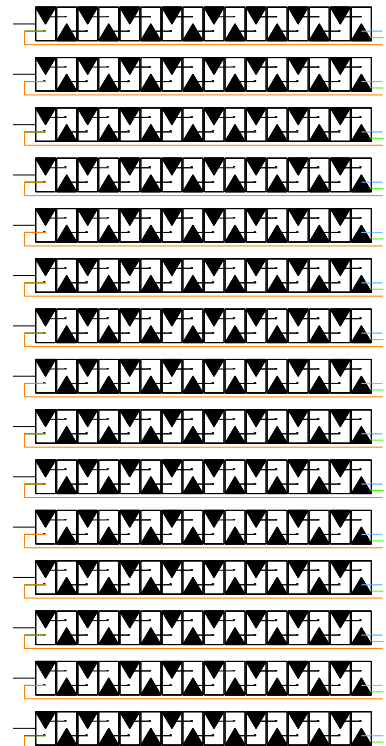
En un panel promedio el acomodo quedaría de 16 paneles en serie por 14 paneles en paralelo.

El panel estimado es un caso hipotético, que estima un panel de 260 Watts, con un voltaje de 8.37 Amperes y una tensión de 30.77 Voltios, estos datos se estiman en base a un promedio de los paneles que se encuentran actualmente en el mercado.

Este acomodo nos resulta en 224 paneles por módulo con una capacidad instalada de 58,240 Watts.

Dando por resultado que:

- Capacidad instalada = 58,240 Watts
- Producción promedio por hora = 58.24 kWp
- Irradiación global media promedio del sitio= 4.71 kWp/m²
- Generación eléctrica promedio al día= 274.31 kW
- Tensión por módulo= 480 Voltios
- Potencia en corriente= 117.1 Amperes



Siendo así que un panel promedio con las características señaladas debería de generar un estimado de 100,123 kW Promedio al año.

Acomodo promedio de un panel promedio (caso hipotético.)

Esta consideración se tomará en cuenta para la selección de los paneles que se encuentran actualmente en el mercado y cumplan con los puntos de ser de fabricación nacional y que cuenten con las certificaciones señaladas en el punto 1.1 y en el siguiente punto.

Selección de panel fotovoltaico.

La energía fotovoltaica se basa en la transformación de la energía solar en energía eléctrica a través de los semiconductores que se utilizan en la fabricación de las celdas solares. Estos captan la radiación solar, porque la energía que liga a los electrones de valencia en el núcleo es similar a la energía que poseen los fotones que constituyen la energía solar. Por eso al incidir la luz solar sobre este semiconductor (generalmente silicio), sus fotones suministran la cantidad de energía necesaria a los electrones de valencia para que se rompan los enlaces y queden libres para circular por el material. Por cada electrón que se libera, se crea un espacio de enlace. Los electrones se comportan como partículas con carga positiva, al generarse los pares de electrón-espacio libre, hay una generación de portadores de carga negativa y positiva, la cual disminuye la resistencia eléctrica del material. La energía liberada a causa de los movimientos del fotón, viajan bajo un gradiente de concentración hacia la unión en donde son separados por el campo eléctrico.

Esta separación envía electrones fotogenerados a la capa n y espacios libres fotogenerados a la capa p, creándose una diferencia de potencial entre las superficies superior e inferior de las capas.

La acumulación de cargas en las superficies del dispositivo da como resultado un voltaje eléctrico que se puede medir externamente. Este voltaje fotogenerado es lo que se conoce como efecto fotovoltaico (generación de energía eléctrica por reacción fotovoltaica sobre un material semiconductor).

La célula fotovoltaica

La célula o celda fotovoltaica debe ser fabricada con un material sensible a la radiación solar, ya que la conversión resulta de la interacción entre los fotones y los átomos que constituyen al material. La celda es un diodo con una superficie amplia.

Actualmente la mayoría las celdas se fabrican a base de silicio o silicio combinado con otros elementos.

Consideraciones en eficiencia de conversión en energía.

La eficiencia de los paneles es variable según el tipo de elementos que lo conforman, el tamaño y espesor de la fotocelda y el panel, el tipo de material que conforma la base rígida o flexible que la recibe. El rango de eficiencia que se establece es del 10% al 14% debido a que se ubica en el rango de alta eficiencia (ver el punto Eficiencia).

Tipos de celdas fotovoltaicas.

La composición química de las celdas solares son muy importantes en la generación de energía eléctrica, el Silicio debe de estar dentro de la conformación de la celda en un estado lo más puro posible, ya que este es el responsable de la generación la energía eléctrica.

Se estudiaron las diferentes fotoceldas y paneles existentes los cuales son:

- Monocristalino
- Policristalino
- Thin – Film
- Fotocelda de Telurio de Cadmio
- Celda de Silicio amorfo
- Celda flexible de Cobre, Indio, Galio, Selenio (CIGS)
- Panel Bifacial (Silicio, Boro)
- Panel de concentración focal
- Celda de Silicio Negro
- Celda Nanosolar

Ventajas generales de los paneles de generación de energía.

- Ahorro de energía.
- Promover el uso e implementación de las energías renovables.
- Implementación de nuevas tecnologías eficientes y ecológicas.
- Mitigar el impacto ambiental por la producción de energía convencional.
- Reducción de los gases de efecto invernadero (GEI), como el dióxido de carbono (CO₂), Metano (CH₄), Oxido Nitroso (N₂O), Hidrofluorcarbonos (HFCs), Perfluorcarbonos (PFCs), Hexafluoruro de Azufre (SF₆).
- Mantenimiento bajo.

Desventajas generales de los paneles de generación de energía.

- Alta inversión inicial.
- Retorno de inversión a largo plazo (aproximadamente 16 años)
- El desarrollo constante de la tecnología convierte obsoleta a las tecnologías actuales.
- La generación de energía es variable en el transcurso del año y la producción depende de la zona geográfica, los meses de mayor producción son de octubre a mayo.
- Horario de producción en el día es de 8:30 a 16:30.
- La vida útil del inversor es aproximadamente de 10 años.
- Bajas en la eficiencia a causa de nubosidad o sombras en la superficie de captación.
- A continuación se enlistan las celdas y paneles en el orden de factibilidad que arrojó el estudio comparativo.

(Véase la tabla comparativa de tipo de fotoceldas)

Paneles monocristalinos.

Ventajas

- Se requiere de menos área de ocupación de los paneles para la generación de energía (14 al 16% de la superficie de captación).
- La producción de watts por cm² es mayor del rango establecido.
- El precio por watt de generación esta debajo de los 3 dólares.
- El uso de cristal templado garantiza una eficiencia a 20 años de uso, por ser más resistente al intemperismo, y que a partir de ese año se reduce en un 5%, en otro tipo de cubierta pierde eficiencia a partir del quinto año.
- Su rendimiento es alto.

Desventajas

- Se recomienda el uso de sistemas de seguimiento solar para lograr una mayor eficiencia (hasta un 40% adicional).
- La producción de paneles monocristalinos es baja en comparación a otros productos fotovoltaicos, por lo que se debe de anticipar su pedido a la empresa fabricante.
- Utilizan sistemas de fijación adicional a su soportería, por lo cual se debe de hacer una preparación especial para recibir el panel, el cual puede o no unirse a la estructura.

Bifaciales.

Ventajas

- La característica de estos paneles es la producción al 100% en su cara expuesta a la radiación solar directa más el 50% en la cara posterior que recibe la radiación del albedo (El albedo es la reflectividad de la superficie terrestre y se refiere a la energía reflejada desde la Tierra al universo), lo que resulta en una alta rentabilidad y rendimiento.
- Se requiere de menos área de ocupación de los paneles para generar mayor recurso energético.
- La producción de watts por cm² es mayor del rango establecido (se obtiene por las dos superficies de captación, a diferencia de los que sólo tiene una cara para este fin, 100% en la cara expuesta más el 50% de la cara posterior).
- Requiere de menos área de disposición para generación de energía.

Desventajas

- Pocas marcas producen los paneles bifaciales.
- El sistema de montaje es de mayores dimensiones que en otros paneles, esto es a causa de aprovechar la radiación del albedo, por lo que se aumenta el peso.
- El peso del panel es 75% mayor a un panel convencional.
- Es más alto el precio por watt generado.

Policristalinos.

Ventajas

- La producción de las celdas es menos costosa que la celda monocristalina y por su proceso de fabricación se hace en grandes cantidades, ya que la producción de la barra requiere de menos procesos de purificación del silicio y se mezcla con otros materiales.
- Todas las marcas en el mercado lo producen.
- La fabricación del panel es más barato y requiere de menos procesos de ensamblado.
- Es de alto rendimiento.
- El precio de watt por generación es más bajo que en los sistemas de paneles monocristalinos y bifaciales.

Desventajas

- Baja productividad después del año 12 de uso (80 % de eficiencia)
- Su cubierta frontal al ser fabricada con policarbonatos pierde transividad de radiación solar por intemperismo a corto plazo (3 años).
- Requiere de mayor área de disposición para generación de energía.

Thin-Film

Ventajas

- Su producción de las celdas es más barata y en grandes cantidades..
- La fabricación es más barata y requiere de menos procesos de ensamblado.
- Es de mediano rendimiento.
- El precio de watt por generación es más bajo que en los sistemas de paneles monocristalinos y bifaciales.
- Es de alta prestación de servicio en altas temperaturas.
- La flexibilidad de las celdas hacen posible la colocación en cualquier superficie.
- Su bajo peso no requiere de una soportería y no afecta la estructura del edificio.

Desventajas

- Baja productividad después del año 5 de uso (80 % de eficiencia)
- Su eficiencia es en el rango medio.
- Requiere de mayor área de disposición para generación de energía.

Celda de Silicio amorfo (TFS).

Ventajas

- Su producción de las celdas es más barata y en grandes cantidades.
- La fabricación es más barata y requiere de menos procesos de ensamblado.
- El precio de watt por generación es más bajo que en los sistemas de paneles monocristalinos y bifaciales.
- De fácil adaptabilidad en superficies.
- Su sistema es reversible y no afecta a la estructura propia del edificio.
- Trabaja en altas temperaturas.
- No requiere de ventilación.

Desventajas

- Baja productividad después del año 5 de uso (80 % de eficiencia).
- Su cubierta frontal al ser fabricada con policarbonatos pierde transividad de radiación solar por intemperismo a corto plazo (3 años).
- Requiere de mayor área de disposición para generación de energía.

Celda de Telurio de Cadmio (CdTe).

Ventajas

- La fabricación es más barata y requiere de menos procesos de ensamblado, en su conformación no requiere de marco rígido .
- El precio de watt por generación es más bajo que en los sistemas de paneles monocristalinos y bifaciales.
- De fácil adaptabilidad en superficies.
- Su sistema es reversible y no afecta a la estructura propia del edificio.
- Trabaja en altas temperaturas.
- Buen comportamiento en condiciones de baja luminosidad.
- Es reciclable.
- No requiere de ventilación.

Desventajas

- Baja productividad después del año 5 de uso (80 % de eficiencia).
- Requiere de mayor área de disposición para generación de energía.
- Es de bajo rendimiento.
- No todas las marcas lo manejan y de adquisición media baja en el mercado.

Celda de Cobre, Indio, Galio, Selenio (CIGS).

Ventajas

- Buen rendimiento.
- Es de bajo peso.

Desventajas

- Baja productividad después del año 5 de uso (80 % de eficiencia)
- Requiere de mayor área de disposición para generación de energía.
- No todas las marcas lo manejan y de adquisición media baja en el mercado.
- El precio de watt por generación es alto (3 dólares).

Paneles de concentración focal.

Ventajas

- Buen rendimiento.
- Gran diversidad de productos en el mercado.
- Es de bajo peso y gran adaptabilidad.
- La concentración de fotones por la concentración de la radiación, producen una mayor generación de energía.

Desventajas

- Baja productividad después del año 5 de uso (90 % de eficiencia).
- No todas las marcas lo manejan y de es de difícil adquisición en el mercado.
- El precio de watt por generación es alto.
- Montaje complicado.

Excepciones:

Al no encontrarse en el mercado las celdas de Silicio Negro y las Nanosolares quedaron descartadas de la evaluación de factibilidad, aunque se reconsiderarán en el momento de su ingreso al mercado comercial.

Eficiencia de panel fotovoltaico por su conformación

Definición:

La eficiencia de la fotocelda es el porcentaje de luz solar que se transforma en electricidad. El panel fotovoltaico aprovecha el tiempo horario de radiación solar para producir la mayor cantidad de energía. Los rangos de eficiencia se clasifican por la generación de electricidad entre la superficie de captación de la radiación solar y se establecen de la siguiente manera:

●	Muy alta eficiencia	14% al 30% de generación.
●	Alta eficiencia	10% al 14% de generación.
●	Mediana eficiencia	8% al 10% de generación.
●	Baja eficiencia	6% al 8% de generación.

En la mayoría de los casos, la superficie de captación de radiación solar es de 100 cm² en celdas de 156 mm. x 156 mm., en un grosor de 0.25 mm. a 0.35 mm.

La eficiencia se ve afectada por el efecto del intemperismo en los componentes del panel, a su vez esto afecta a la generación de energía eléctrica, este daño reduce la efectividad en la transmisión de los fotones a la superficie de la fotocelda, por la opacidad de la cubierta frontal del panel, está cubierta pierde su transividad ocasionando una reducción de generación.

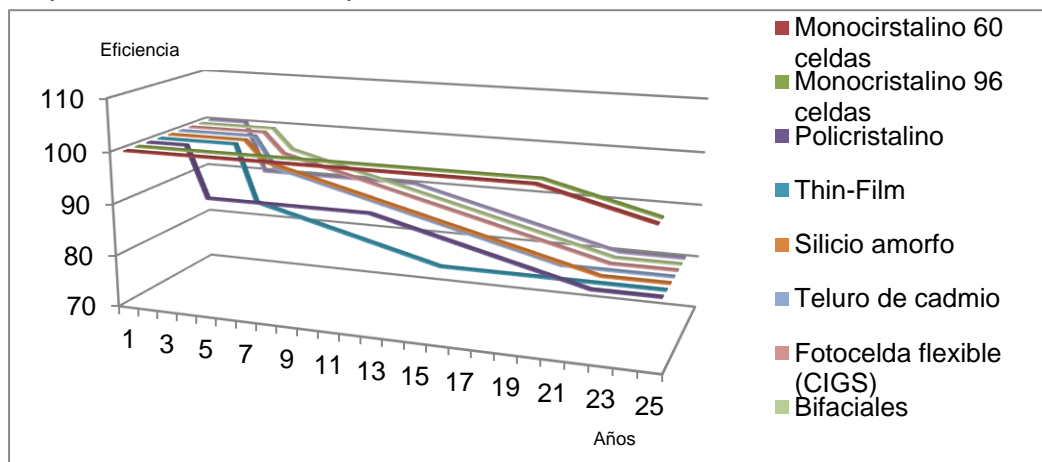


Ilustración 25 Gráfica de comportamiento de generación de energía de paneles fotovoltaicos por tipo de tecnología.

En la tabla 1 se expone la reducción de la eficiencia de las fotoceldas a causa del daño producido por intemperismo, la cubierta frontal o la primera capa de transmisividad⁴⁸, que

⁴⁸ Transmisividad: Capacidad de transmitir o conducir.

conforme el panel es muy importante en el panel ya que prolonga o disminuye la eficiencia en la producción. En este caso la cubierta frontal de los paneles monocristalinos al estar fabricada en vidrio templado de 4 mm., garantiza la transividad a la celdas hasta por 20 años, después de este tiempo se reduce en un 5%, este tipo de panel se clasifica como el de más alta eficiencia en el mayor tiempo de utilización.

Producción

La producción es el resultado obtenido de los medios utilizados de la generación de energía.

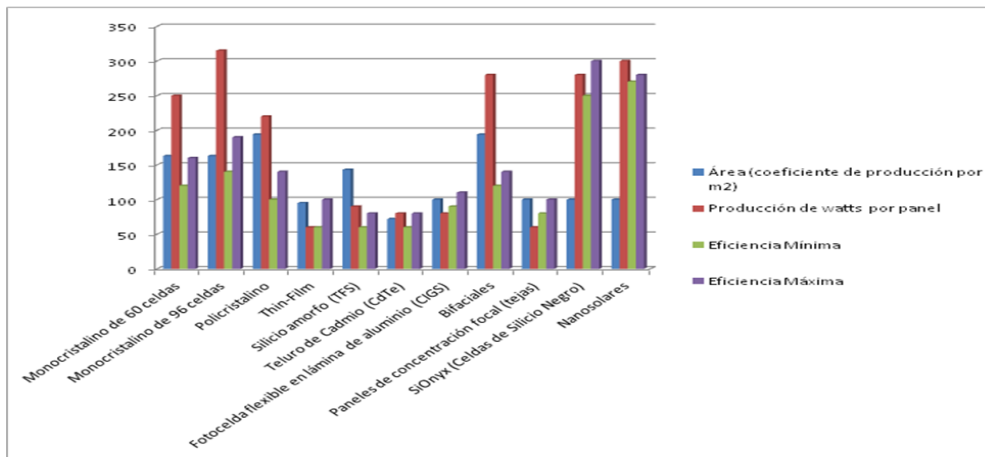


Ilustración 26 Comparación de eficiencia de generación de energía por tecnología de panel.

Consideración de producción en la generación de energía eléctrica.

- El panel debe de producir como mínimo 1.50 watts por cm².
- El panel deberá de generar un porcentaje de generación no menor a 90% a 20 años, con la finalidad de que sea rentable, todos los paneles en el mercado sufren una baja en el porcentaje de producción eléctrica durante su ciclo de vida, su rentabilidad está relacionada con los elementos que conforman el panel como son su superficie de captación, calidad en el cable eléctrico, caja de conexión, bypass, etc.
- Los paneles monocristalinos y bifaciales son los de mayor rendimiento dentro del grupo que se encuentra en el mercado, se descartan en este rubro los restantes y las celdas de silicio negro y nanosolar no se toman en consideración en la razón de no encontrarse todavía en el mercado.

Rendimiento

En la relación de precio de watt generado entre la superficie de captación del panel se establece la viabilidad del panel.

Se consideró los factores de la vida útil del panel, garantía del producto, garantía de eficiencia en la producción, el precio en el mercado por generación eléctrica, facilidad de adquisición en el mercado, tiempo efectivo de transitividad de la radiación solar a la celda fotovoltaica para llegar a la rentabilidad del producto.

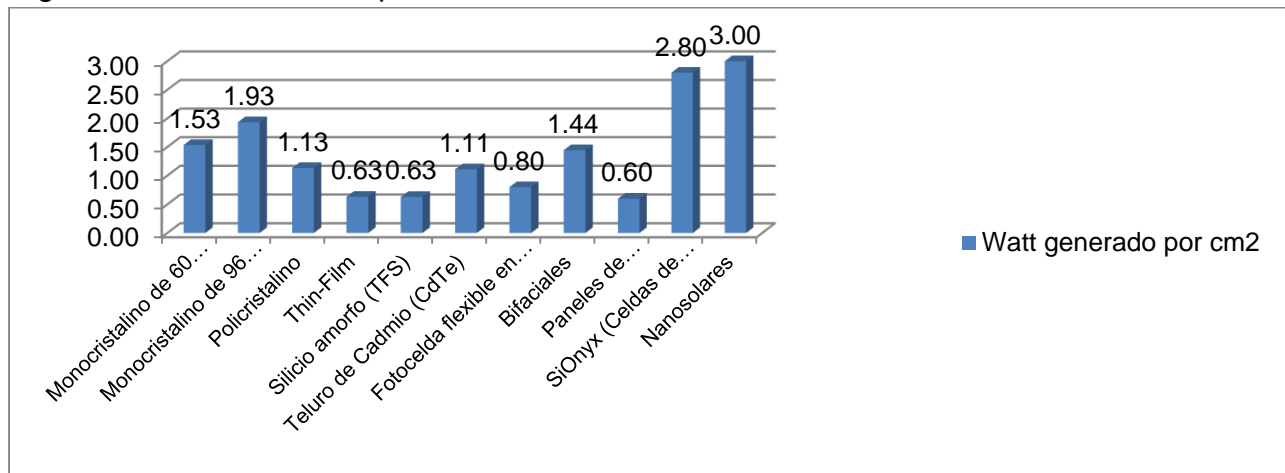


Ilustración 27 Eficiencia de generación de energía eléctrica por centímetro cuadrado de superficie de captación.

Los paneles de mayor rentabilidad son los de las celdas monocristalinas seguidas de los paneles bifaciales.⁴⁹ (Véase la tabla no. 1, en donde se compara el tipo de fotocelda).

Degradación por la temporalidad de la superficie de captación.

El tiempo de vida útil de los paneles fotovoltaicos es de 25 años aproximadamente, de los inversores es de 10 años por el desgaste que se produce al convertir la corriente directa en alterna y de 25 años en los conductores, razón por la cual se considera que se deberá de tomar el dato de 25 años como tiempo de vida del sistema fotovoltaico, aún cuando no esté demostrado el tiempo real de operatividad del mismo.

⁴⁹ No se consideraron las celdas de Silicio negro y las Nanosolares por estar en etapa de introducción al mercado y se carece de los datos de la conformación del panel.

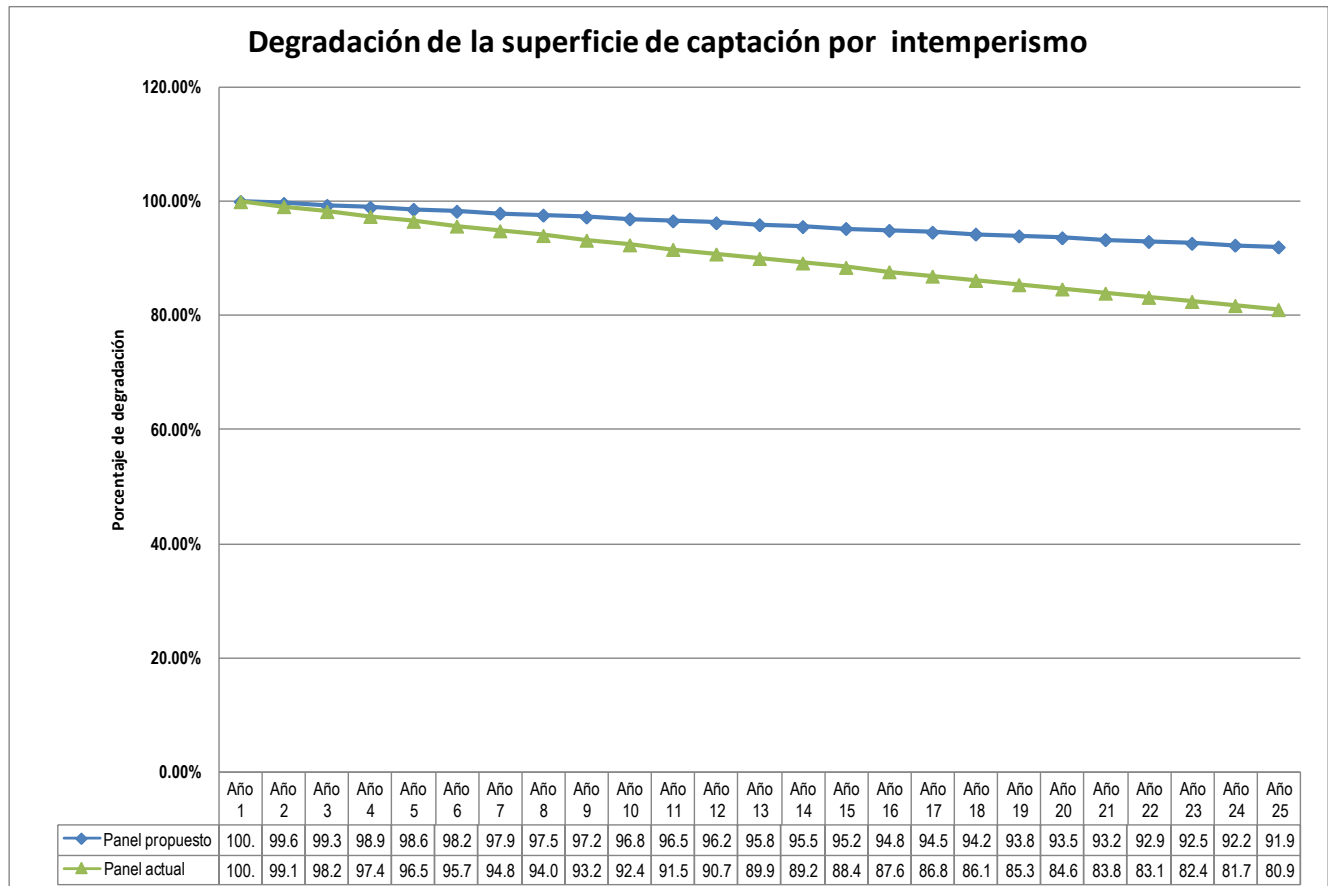


Ilustración 28 Degradación de la superficie de captación por exposición a los rayos solares.

La superficie de captación al estar expuesta a las condiciones climáticas del sitio y a la radiación solar, sufrirá daños por intemperismo, existe una degradación de las características físicas o químicas de la conformación del vidrio, este presenta una tonalidad amarillenta que propicia una menor captación de la radiación solar, también tiene que ver la degradación de los conductores eléctricos por el paso continuo de la corriente eléctrica.

Existen en el mercado, superficies de captación compuesta por cristal templado de alta transmitividad, que se degrada de menor manera que un cristal templado sin estas características, por lo tanto, durante mayor tiempo estará generando en proporción y genera una mayor cantidad de energía al no degradarse por intemperismo.

Los equipos que se sugieren son equipos que ofrecen una mayor capacidad en la entrega de energía eléctrica por sus características de conversión de energía fotovoltaica a corriente directa y de corriente directa a alterna, con un rendimiento mayor en la eficiencia en operatividad y vida útil.

Conclusiones para la selección de panel fotovoltaico.

Se recomienda el uso de paneles de celda monocristalina de 60 celdas por ser las que tienen más alta eficiencia de generación por cm^2 (1.5 Watts/ cm^2) y ser el modelo de mayor disposición en el mercado. El panel fotovoltaico debe de cumplir con las especificaciones indicadas en la ficha técnica del fabricante, avalado por laboratorios independientes a través de certificaciones internacionales y/o nacionales como son:

- UL (Underwriters Laboratories) es una consultoría de seguridad y certificación de la empresa con sede en Northbrook, Illinois.
- TÜV (Technischer Überwachungs-Verein) son organizaciones certificadoras alemanas que tratan de prevenir a los seres humanos y al medio ambiente frente a los peligros que provienen de fábricas y de mecanismos de todo tipo. Como consultora independiente, examinan, llevando un seguimiento de fábricas, motores, instalaciones eléctricas y muchos otros sistemas.
- CE (Conformité Européenne o de Conformidad Europea) y es una marca europea para ciertos grupos de servicios o productos industriales. Se apoya en la directiva 93/68/EEC.
- Fue establecida por la Comunidad Europea y es el testimonio por parte del fabricante de que su producto cumple con los mínimos requisitos legales y técnicos en materia de seguridad de los Estados miembros de la Unión Europea.
- NOM (Normas Oficiales Mexicanas) cuyo objetivo es regular y asegurar valores, cantidades y características mínimas o máximas en el diseño, producción o servicio de los bienes de consumo entre personas morales y/o personas físicas, sobre todo los de uso extenso y de fácil adquisición por parte del público en general, poniendo atención en especial en el público no especializado en la materia. De estas normas existen dos tipos básicos en la legislación mexicana: las Normas Oficiales Mexicanas, llamadas Normas NOM, y las Normas Mexicanas, llamadas Normas NMX.
- FIDE (Fideicomiso para el Ahorro de la Energía Eléctrica) Fideicomiso privado, sin fines de lucro, constituido el 14 de agosto de 1990, por iniciativa de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), en apoyo al Programa de Ahorro de Energía Eléctrica; para coadyuvar en las acciones de ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica.

El panel deberá estar avalado por certificaciones internacionales y en el caso de la fabricación en México deberán de contar con los sellos de la NOM y/o FIDE.

Puntos de evaluación para la selección del panel fotovoltaico.

- I. El costo de watt instalado debe estar alrededor de \$3.00 Dólares
- II. Se debe de incluir a la adquisición del sistema, las garantías del producto (inversor, panel, equipos anexos, etc.) y la garantía correspondiente del instalador.
- III. El tiempo de retorno de inversión se calcula a 16 años, es un sistema con un costo de inversión inicial alto.
- IV. Se deberá de considerar en el caso en que los paneles sean de fabricación internacional o nacional, el fabricante cuente con distribuidores certificados y autorizados para su distribución, con el fin de obtener todas las condicionantes para su implementación como son:
 - V. Disponibilidad del panel propuesto
 - VI. Servicios de traslado adecuado al tipo de producto solicitado (panel fotovoltaico, Inversor, cableado eléctrico, cajas de conexión, conectores eléctricos, etc.)
 - VII. Servicios y mano de obra para su conexión.
 - VIII. Servicios y suministro de requerirse de soportería para los paneles fotovoltaicos.
 - IX. Garantías en todos y cada uno de los elementos que conformen el sistema solicitado.
 - X. El panel fotovoltaico al haber sido seleccionado, deberá de contar con una asesoría por parte del instalador en donde se explique y recomiende al usuario el uso y mantenimiento del equipo.
 - XI. El Inversor al haber sido seleccionado, deberá de contar con una asesoría por parte del instalador en donde se explique y recomiende al usuario el uso y mantenimiento del equipo.
 - XII. Se recomienda al usuario, contratar un servicio de mantenimiento preventivo con la empresa o contacto del fabricante para el correcto funcionamiento del sistema a largo plazo.
 - XIII. Se recomienda el uso de equipos que sean de fabricación nacional por la factibilidad en la adquisición de piezas o refacciones en caso de averías por operatividad.
 - XIV. El uso de este sistema a largo plazo es rentable y es una acción recomendable por sus beneficios económicos, ecológicos y sociales.
 - XV. Evaluación para la selección de idoneidad de panel fotovoltaico.

En la selección del panel fotovoltaico es importante considerar el tiempo de vida útil del equipo, como la eficiencia de generación del panel en el momento de implementación, tanto como su generación a largo plazo, un punto a considerar es el mantenimiento y operatividad del mismo, los principales puntos en la selección del panel son:

- I. Superficie frontal de cristal templado de alta transmisividad
- II. Cable de 1000 mm. de longitud con conectores multicontactos
- III. 3 Diodos bypass
- IV. Grado de Protección contra viento y agua IP-65
- V. Puntos a evaluar para la selección de un panel fotovoltaico.

Se recomienda el uso de paneles fotovoltaicos de fabricación nacional por :

- I. Disponibilidad en el mercado
- II. Asesoría de instalación por parte del fabricante.
- III. Garantías establecidas por parte del fabricante y la disponibilidad a una respuesta inmediata en caso de fallo o emergencia.
- IV. Apoyo a las empresas mexicanas.
- V. Condiciones de fabricación del panel.
- VI. Superficie frontal de captación de alta Transmisividad de cristal templado
- VII. Marco de aluminio anodizado
- VIII. Puntos de fijación integrados en el panel
- IX. Diodos de seguridad BYPASS
- X. Caja de conexión integrada al panel con codificación IP-65
- XI. Celda fotovoltaica monocristalina de silicio
- XII. Cierre hermético con codificación IP-65
- XIII. Resistencia al impacto (Granizo de 25 mm. a 23 m/seg.)
- XIV. Resistencia a la carga máxima por viento de 245 kg/m² (2400 Pa)
- XV. Condiciones de generación de energía.
- XVI. Generación mayor de 1.50 watts por cm²
- XVII. Porcentaje de eficiencia en generación de electricidad entre la superficie de captación de la radiación solar mayor al 14%.
- XVIII. Porcentaje de generación de energía mayor al 90% durante los primeros 15 años de implementación.
- XIX. Temperatura de trabajo de -30°C hasta +80°C
- XX. Voltaje al punto máximo - 50 Volts
- XXI. Corriente en el punto máximo de potencia 4.60 A
- XXII. Comparación de paneles según su tecnología

Se consideran paneles fotovoltaicos con celdas monocristalinas y policristalinas por contener las siguientes características:

- Mayor eficiencia de conversión de energía fotovoltaica a corriente directa
- Mayor generación de energía
- Menos área de instalación a causa de su capacidad de generación
- Menos número de paneles para obtener el objetivo de generación
- Mayor tiempo de vida útil con el más alto porcentaje de generación a través del tiempo de instalación (del 100 al 95% los primeros diez años).
- Mayor durabilidad en la relación de instalación tiempo en sus componentes y elementos que conforman al panel (cubierta, marcos de aluminio, celdas, diodos, etc.)

Evaluación de paneles fotovoltaicos para su implementación

Para este estudio se elaboró una tabla de comparación de operatividad de los paneles fotovoltaicos de fabricación nacional que se encuentran en el mercado, para su evaluación se toman en cuenta las mismas condiciones con características similares en su conformación física y en la misma situación de generación de energía, como es la inclinación, radiación solar del sitio, meta de generación o potencia instalada. se considera el mismo inversor para todos los casos, con el fin de establecer los siguientes puntos:

1. Número de paneles a instalar
2. Potencia Pico Pp ó Potencia Instalada
3. Watts por cm² de generación por panel
4. Peso total por módulo
5. Ahorro por generación en ciclo de vida del panel
6. Ahorro Real (Costo de inversión inicial + Mantenimiento + Reinversión en inversores (dos cambios) - Ahorro por generación de energía eléctrica)
7. Periodo de Retorno de Inversión (PRI)

En esta tabla de generación se puede calcular el número de paneles a emplear según sus características de generación por panel, eficiencia de conversión de energía solar en corriente directa.

Datos a considerar

TIPO DE CAMBIO USD A MONEDA NACIONAL		
FECHA	jueves, 05 de octubre de 2017	
FUENTE	D.O.F.	
TIPO DE CAMBIO 1 USD	\$18.228	M.N.

Datos generales de instalación eléctrica

Metros cuadrados construidos	3,410.77	m ²
Densidad de Potencia Eléctrica en Alumbrado (NOM-007-ENER-2014)	14	Watts/m ²
Consumo de electricidad por Fuerza eléctrica	7	Watts/m ²
Consumo de electricidad por Motores	2	Watts/m ²
Promedio de horas laborales al día	8	Horas
Promedio de kW de consumo al día	627.58	kWh/día

Tarifas de la Comisión Federal de Electricidad al mes de Octubre de 2017

Tarifa 3	\$1.796	Pesos / kW
Tarifa OM	\$1.444	Pesos / kW
Tarifa H-M		
Punta	\$2.334	Pesos / kW
Intermedia	\$1.181	Pesos / kW
Base	\$0.987	Pesos / kW
Precio promedio de Tarifa	\$1.332	Pesos / kW

Consumos promedio al mes de Octubre

Consumo promedio por hora	78.45 kWh
Consumo promedio al día	627.58 kWh/Día
Consumo promedio al mes	13,806.80 kW
Consumo acumulado (transcurso del año)	165,681.56 kW

Ilustración 29 Datos a considerar en la toma de decisión de un sistema fotovoltaico de generación de energía eléctrica.⁵⁰

⁵⁰ Fuente: http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/tarifas_negocio.asp

Datos para establecer costos

Costo ambiental		
ACTUAL		
Costo ambiental	CO ² e	Unidad
Emissiones GEI	103.86	Ton CO ² e / año
ESTIMADO		
Costo ambiental	CO ² e	Unidad
Emissiones GEI	9.11	Ton CO ² e / año
Mitigación en emisiones	96.49%	

Días laborables	
Promedio anual de días laborables	254
Promedio anual de días feriados	111

Costo promedio de watt instalado	
Watt instalado	\$2.75 USDlls

Salario mínimo (2017)	
Salario mínimo (2017)	\$80.04 M.N.

Ilustración 30 Datos del inmueble en consumo eléctrico del estado actual.^{51 52}

⁵¹ Fuente: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo69891.pdf>

⁵² Fuente: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/175865/Tabla_de_salarios_minimos_vigentes_a_partir_de_01_enero_2017.pdf

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CON AJUSTES Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

Tabla de comparación de paneles fotovoltaicos

Marca	KYOCERA	SHARP	Solartec	Solartec	Industronic	Industronic
Modelo	KD250	ND-R250A5	S60MC-250	S60MC-260	250 W	260 W
Potencia Pico (Pp)	250.022	250.29	249.8472	259.9744	252.5396	262.4681
Paneles conectados en serie	8	8	7	7	7	7
Paneles conectados en paralelo	9	9	9	9	9	9
Total de paneles instalados	72	72	63	63	63	63
Área de captación por panel (m ²)	1.645	1.642	1.627	1.627	1.670	1.670
Área de captación por módulo (m ²)	118.47	118.23	102.49	102.49	105.21	105.21
Tensión (V)	238.40	247.20	216.72	219.52	215.32	215.39
Corriente (A)	75.51	72.90	72.63	74.61	73.89	76.77
Potencia (W)	18,001.58	18,020.88	15,740.37	16,378.39	15,909.99	16,535.49
Peso de panel (kg)	18.60	19.00	20.50	20.50	19.00	19.00
Peso total por módulo (kg.)	1,339.20	1,368.00	1,291.50	1,291.50	1,197.00	1,197.00
Watts * cm ²	1.519	1.524	1.536	1.598	1.512	1.572
Superficie total de huerto solar (m ²)	2,369.50	2,364.61	2,357.35	2,254.86	2,419.83	2,314.62
No. De paneles totales	432	432	441	378	378	378
Generación Hora Pico (kW)	180.016	198.230	188.884	180.162	206.830	181.890
Propuesta económica estimada						
No. De módulos a instalar	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
No. De módulos sugeridos	6.00	6.00	7.00	6.00	6.00	6.00
Generación Hora Pico (kW)	108.01	108.13	110.18	98.27	95.46	99.21

Propuesta económica estimada

Costo por watt instalado (USD)	\$324,028.51	\$324,375.84	\$330,547.85	\$294,810.97	\$286,379.91	\$297,638.83
Costo por watt instalado (M.N.)	\$6,166,262.58	\$6,172,872.24	\$6,290,325.50	\$5,610,252.75	\$5,449,809.62	\$5,664,066.85

Ilustración 31 Tabla de comparación de paneles y tipo de tecnología.

Ahorro estimado a valor futuro

Marca	KYOCERA	SHARP	Solartec	Solartec	Industronic	Industronic
Modelo	KD250	ND-R250A5	S60MC-250	S60MC-260	250 W	260 W
Ahorro / vida del panel	\$10,815,031.37	\$10,815,031.37	\$10,815,031.37	\$10,815,031.37	\$10,815,031.37	\$10,815,031.37
Costo de inversión inicial + Reinversión	\$6,813,282.58	\$6,819,892.24	\$7,260,855.50	\$6,257,272.75	\$6,096,829.62	\$6,311,086.85
Ahorro real (Costo de inversión inicial + Manto. - Ahorro por generación)	\$4,001,748.78	\$3,995,139.13	\$3,554,175.87	\$4,557,758.62	\$4,718,201.75	\$4,503,944.52
	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO

PERIODO DE RETORNO DE INVERSIÓN

Años	18	19	20	18	17	18
Días	21.73	22.11	15.12	21.22	11.32	24.54

Ilustración 32 Tabla de comparación económica de paneles y tipo de tecnología.

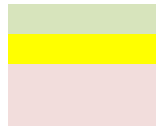
Notas:



1. Para la propuesta económica estimada se estimó un costo de watt instalado de \$3.00 Dólares
2. Se considera para el cálculo económico la cantidad de paneles que se requieren según el acomodo en serie y paralelo para alcanzar el objetivo de 480 Voltios
3. El acomodo de paneles está regido por la meta en voltaje y amperaje que puede soportar el inversor de energía de corriente directa a alterna y la capacidad del mismo
4. La meta de cosecha solar es de más de 100 kWh
5. La potencia instalada es en referencia al tipo de panel, su capacidad y eficiencia de conversión de energía fotovoltaica a eléctrica.

Propuesta económica COTIZADA CON EMPRESAS (Precios sin IVA y Costo de Transporte)						
Marca	KYOCERA	SHARP	Solartec	Solartec	Industronic	Industronic
Cotizado en la empresa	SUNPOWER	ECO-ENER	NATURAL PROJECT	SUNPOWER	INDUSTRONIC	INDUSTRONIC
Costo por watt instalado (USD)	\$250,125.87	NO COTIZO	\$260,860.58	\$183,079.99	\$207,255.00	\$192,980.00
Costo por watt instalado (M.N.)	\$4,148,287.53		\$4,326,320.55	\$3,036,345.02	\$3,437,282.72	\$3,200,534.70
Costo unitario por Watt instalado (USD)	\$2.23		\$2.39	\$1.56	\$1.82	\$1.75
Costo unitario por Watt instalado (M.N.)	\$37.04		\$39.59	\$25.95	\$30.25	\$29.03

Mejor propuesta económica
Mejor propuesta en Sistema completo
Mejor propuesta en generación de energía



NOTAS:

- 1 No se considera IVA
- 2 No se considera costo de flete
- 3 Sólo se considera costo de materiales
- 4 El panel SHARP no esta cotizado

Ahorro estimado a valor presente por generación de energía						
Marca	KYOCERA	SHARP	Solartec	Solartec	Industronic	Industronic
Modelo	KD250	ND-R250A5	S60PC	S60MC-260	250 W	260 W
Ahorro por generación/mes	\$15,456.46	\$16,578.25	\$15,079.04	\$16,143.47	\$15,681.80	\$15,211.77
Ahorro por generación/año	\$184,310.08	\$187,213.96	\$170,623.39	\$183,954.77	\$176,147.80	\$175,168.45
Ahorro / vida del panel	\$4,607,751.88	\$4,680,349.01	\$4,265,584.72	\$4,598,869.28	\$4,403,694.99	\$4,379,211.15

Notas:

1. Sólo se considera el ahorro por generación de energía a valor presente
2. No se toma en cuenta la estimación de aumento en la tarifa eléctrica promedio en los últimos 10 años (4.80% anual)
3. Las cotizaciones están realizadas en julio de 2015.

Ahorro estimado a valor futuro						
Marca	KYOCERA	SHARP	Solartec	Solartec	Industronic	Industronic
Modelo	KD250	ND-R250A5	S60PC	S60MC-260	250 W	260 W
Ahorro / vida del panel	\$8,565,516.78	\$8,700,470.21	\$7,929,449.86	\$8,549,004.59	\$8,186,188.03	\$8,140,674.13
Ahorro real (Costo de inversión inicial + Mantb. - Ahorro por generación)	\$2,076,950.86	\$1,801,892.48	\$1,603,083.87	\$1,813,408.21	\$1,631,950.18	\$1,757,779.41

PERIODO DE RETORNO DE INVERSIÓN						
Años	14	15	15	15	15	14
Días	230.77	248.61	252.64	244.51	254.93	300.73

Notas:

Para la realización del cálculo del ahorro estimado a calor futuro se considera:

1. Estimación del incremento en la tarifa eléctrica promedio (aumento anual de 4.80%)
2. La baja en la producción del panel por exposición e intemperismo (el porcentaje está relacionado al panel y su conformación)

El criterio de selección a través de los resultados obtenidos en la tabla anterior nos indica que los paneles idóneos para su implementación son:

5.1 Por generación al momento de implementación.

1. SOLARTEC PANEL DE 260 Watts (116.99 kWh)
2. KYOCERA PANEL DE 250 Watts (112.01 kWh)
3. INDUSTRONIC PANEL DE 255 Watts (110.24 kWh)

5.2 Por área de captación.

1. SOLARTEC (341.64 m²)
2. INDUSTRONIC (350.70 m²)
3. KYOCERA (368.59 m²)

5.3 Por generación de energía por cm²

1. SOLARTEC 1.598 Watts / cm²
2. INDUSTRONIC 1.571 Watts / cm²
3. SHARP 1.524 Watts / cm²

5.4 Por temporalidad de generación del panel estimada por efectos de intemperismo.

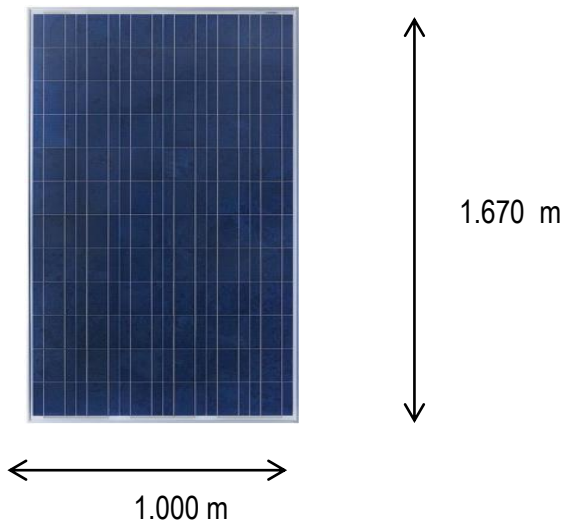
1. INDUSTRONIC
2. KYOCERA
3. SOLARTEC

5.5 Por Período de Retorno de Inversión

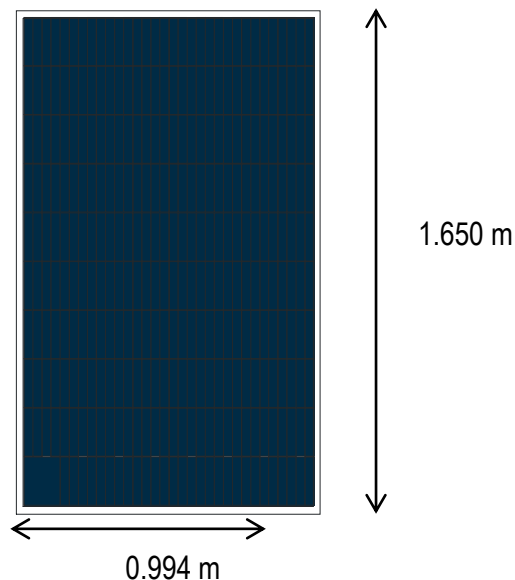
1. KYOCERA (14 años y 230 días)
2. INDUSTRONIC (14 años y 300 días)
3. SOLARTEC (15 años y 244 días)

Paneles recomendados por el Estudio de Idoneidad

20.1 Características físicas del panel



El panel fotovoltaico marca INDUSTRIAL modelo QCELLS 255W que tiene una tensión y corriente de salida de 37.83 V y 8.37 A respectivamente, se colocaron 15 paneles en serie para una tensión del arreglo de 461.1 V que es menor al valor de tensión máximo de entrada en el inversor, estos arreglos de 15 paneles se conectaron a su vez en paralelo con otros 15 arreglos en serie para formar un módulo o string de 225 paneles en paralelo que entregan 125.5 A, siendo en total en potencia instalada de 57.37 kWp por bloque.



En el caso del panel fotovoltaico KYOCERA SERIE FAMILY KD-F con valores de salida de tensión y corriente de 29.8 V y 8.39 A, se colocaron en arreglos serie de 16 paneles para una tensión resultante de 476 V, y estos en arreglos de 14 en paralelo con un amperaje de 117.46 A, el bloque consta de 224 paneles, siendo en total en potencia instalada de 56.00 kWp pro bloque.

Se selecciona los paneles de la marca INDUSTRIAL, KYOCERA y SOLARTEC, por las siguientes características.

- Disponibilidad en el mercado
- Mayor generación por centímetro cuadrado
- Mayor generación a largo plazo
- Compatibilidad con sistema de inversor de corriente.

Recomendaciones y conclusiones del Estudio de Idoneidad Técnica

Cabe mencionar que la empresa INDUSTRONIC, no sólo vende el panel fotovoltaico, también fábrica los equipos y accesorios necesarios para la instalación de un campo fotovoltaico, lo que asegura una compatibilidad entre sus componentes, garantizando una mejor operatividad a largo plazo.

En el caso de KYOCERA se toma en cuenta que la compatibilidad con el Inversor Fronius, modelo CL 60, es recomendable, al ser los dos de fabricación nacional, se garantiza su operatividad en condiciones de la red eléctrica nacionales.

La selección de paneles para elaborar este Estudio de Idoneidad se realizó a través de una recopilación de fichas técnicas de 25 marcas en el mercado nacional, de las cuales se descartaron aquellos paneles que no cumplieran con los estándares establecidos en este estudio o fueran de fabricación extranjera.

En este estudio sólo se ven reflejados los paneles fotovoltaicos que se seleccionaron por sus características similares en igualdad de condiciones y que cumplen con la evaluación de Muy Alta Eficiencia en generación de energía al estar en el rango de conversión de energía del 14% al 30%. Las recomendaciones se presentan en el siguiente orden por las siguientes razones:

PRIMERA RECOMENDACIÓN

El panel INDUSTRONIC modelo QCELLS 255W

Ventajas

- Presenta el segundo costo más bajo en su implementación
- Los paneles, inversores, cajas de conexión y accesorios necesarios para su implementación son fabricados por la empresa, razón por la cual, las garantías, mantenimientos preventivos y mantenimientos técnico-correctivo, sólo se requerirá de ponerse en contacto con una sola empresa
- Es el segundo sistema con un periodo de inversión a menor plazo (14 Años y 300 días)
- El campo fotovoltaico es el segundo que se instala en menos área

Desventajas

- Es el tercero en generación de energía eléctrica

SEGUNDA RECOMENDACIÓN

El panel Solartec modelo S60-PC

Ventajas

- Presenta el costo más bajo en su implementación
- El campo fotovoltaico es el que se instala en menos área
- Genera más watts por cm^2 (1.59 Watts/ cm^2)

Desventajas

- Es el tercero en generación de energía eléctrica
- Los paneles, inversores, cajas de conexión y accesorios necesarios para su implementación son fabricados por diferentes empresas, razón por la cual, las garantías, mantenimientos preventivos y mantenimientos técnico-correctivo, requerirán de ponerse en contacto con la empresa fabricante del elemento que presente falla.
- Es el tercer sistema con un periodo de inversión a menor plazo

TERCERA RECOMENDACIÓN

El panel Kyocera modelo KD250

Ventajas

- Presenta mejor ahorro a valor futuro por generación de energía (\$2,076,950.86 pesos)
- Es el sistema con el menor plazo de periodo de inversión (14 Años y 230 días)
- Es el segundo sistema que genera más energía (112.01 kWh)

Desventajas

- Los paneles, inversores, cajas de conexión y accesorios necesarios para su implementación son fabricados por diferentes empresas, razón por la cual, las garantías, mantenimientos preventivos y mantenimientos técnico-correctivo, requerirán de ponerse en contacto con la empresa fabricante del elemento que presente falla.
- Su costo de instalación es el más alto

Colector Solar Pasivo para Calentamiento de Agua

Concepto de Radiación solar

La energía solar, como recurso energético terrestre, está constituida simplemente por la porción de luz que emite el Sol y que es interceptada por la Tierra.

La intensidad de la radiación solar en el borde exterior de la atmósfera, considerando la distancia promedio entre la Tierra y el Sol, se llama constante solar, y su valor medio es 1353 W/m^2 , la cual varía en un 0,2% en un período de 30 años. La intensidad de energía real disponible en la superficie terrestre es menor que la constante solar, siendo alrededor de 1000 W/m^2 , debido a la absorción y a la dispersión de la radiación que origina la interacción de los fotones con la atmósfera. Esta porción de energía se conoce como radiación directa.

Otra parte de la energía solar que llega a la superficie de la tierra se denomina radiación difusa que es aquella energía solar reflejada por la atmósfera terrestre, en especial por las nubes.

Además, a nivel del suelo se tiene la radiación reflejada que es parte de la energía reflejada por los objetos terrestres. Por ejemplo, la proveniente de una pared blanca, un charco de agua o un lago, etc.

Radiación total es la suma de las radiaciones directa, difusa y reflejada que se reciben sobre una superficie. De otra parte, en el diseño de calentadores solares, la radiación que interesa es la que llega a la parte superior de la superficie horizontal del colector solar. En este caso, se puede considerar la falta de radiación reflejada y por lo tanto, la energía que recibe el colector solar se le denomina como radiación global. De este modo, la radiación global es la suma de las radiaciones directa y difusa.

Un caso particular, pero de mucho interés en el estudio de calentadores solares, es la radiación total sobre una superficie horizontal expuesto hacia el sol. En este caso puede considerarse que no existe radiación reflejada y se conoce también como radiación global. Por tanto, la radiación global es la suma de la directa más la difusa, esta radiación global es la que se aprovecha en colectores planos.

Descripción de los componentes de un colector solar.

Placa de Absorción:

Es el elemento encargado de absorber la energía disponible del sol y transformarla en energía térmica para luego ser transferida al agua, generalmente está hecha de un metal (cobre, acero, aluminio, etc). La placa de absorción deberá fabricarse en materiales que posean una conductividad térmica mayor a $125 \text{ W/m}^0 \text{ C}$ y una absorción mayor a 0,9 y además, debe estar fabricada de acero, cobre o aluminio, y su espesor mínimo es 0,5 mm, 0,2 mm y 0,4 mm respectivamente según el material.

Cubierta:

Es una lámina de material transparente montada en frente del absorbedor, en la parte superior del colector, creando un espacio (2 a 2.5 cm), entre la placa y ella. La función de la cubierta es permitir el paso de la radiación solar absorbida por la placa, igualmente disminuye la cantidad de radiación infrarroja que se escapa al exterior, disminuyendo de esta forma las pérdidas del colector. Tomando en cuenta estas funciones, el material utilizado en la cubierta debe poseer las siguientes características: Elevada transmitancia dentro del espectro solar; Baja transmitancia para longitudes de onda largas (mayores a 3 μm) y elevado índice de reflexión, además, bajo índice de absorción en cualquier longitud de onda.

Conductos para la circulación del fluido:

El colector solar de placa plana debe poseer una serie de conductos por los cuales circula el fluido de trabajo, el cual recibe y transporta la energía absorbida por la placa hacia el tanque de almacenamiento. Existen dos formas de circulación del fluido, de Serpentin o de tubos colectores e igualmente existen diversas formas de disposición de la unión placa-conductos.

Aislante Térmico:

Es el punto básico para disminuir las pérdidas de calor por conducción en la parte inferior y lateral del colector. Las características que debe poseer el material utilizado para ser un buen aislante son: No debe deteriorarse, gasificarse o vaporizarse a temperaturas alrededor de los 200°C, resistencia a la repetición de los ciclos térmicos entre 35°C y 120°C, baja conductividad térmica (menor de 0,040W/m°C en el rango de 20 a 120°C), no debe desplomarse, compactarse o adherirse cuando se repiten los ciclos térmicos y de humedad y no debe absorber o retener agua.

Caja, Junturas y Selladores:

La caja es el elemento que soporta todos los componentes del colector, la cual impide que la humedad, polvo y aire penetren por el colector y disminuyan su eficiencia. Para su diseño se deben tomar en cuenta tres elementos: hermeticidad para los aislantes y la placa de absorción, posibilidad de fijación del colector a la estructura donde va ser instalado y apoyo seguro para la cubierta. Los materiales para su construcción son muy variados: aluminio, lámina galvanizada, madera, termoplásticos para alta temperatura o fibra de vidrio laminada. La completa hermeticidad del colector se consigue con un perfil que rellene las juntas, como un buen sellador, el cual debe cumplir con las siguientes características:

Resistencia a la radiación ultravioleta y a la intemperie, no volverse quebradizo ni endurecerse, buena adhesión con las distintas superficies, resistencia a la repetición de los ciclos térmicos y estirarse y comprimirse en forma adecuada para soportar las dilataciones y contracciones debidas a la diferencia entre los coeficientes de dilatación térmica de los elementos.

Tanque de Almacenamiento:

El calor puede ser almacenado en el tanque por circulación directa entre el colector y el tanque ó el agua calentada en el colector puede circular por un serpentín dentro del tanque, transfiriendo así calor al agua que se encuentra dentro del mismo. El mayor requerimiento técnico del tanque es su total aislamiento.

No deben ocurrir fugas de agua ni de vapor de agua, debe poder operar a presiones de red de distribución de acueducto y debería ser ensayado a 200 psi o 1,378,200 Pa durante 5 horas, disponer de los elementos que alivien al tanque y sus circuitos asociados de sobrepresiones originadas en golpes de presión de red hidráulica, adicionada a la presión por dilatación térmica del agua. La ubicación del tanque es importante, ya que de ésta, depende la eficiencia del termosifón y el evitar el fenómeno de flujo inverso.

Clasificación de calentadores solares de agua.

Activos

Los calentadores solares activos son aquellos que utilizan una bomba o algún tipo de energía externa para mover el agua dentro de su ciclo.

Pasivos

Los generadores solares pasivos no requieren de energía externa para funcionar. Utilizan el principio de convección para mover el agua dentro del sistema.

El calentador solar de agua, se compone de tres partes.

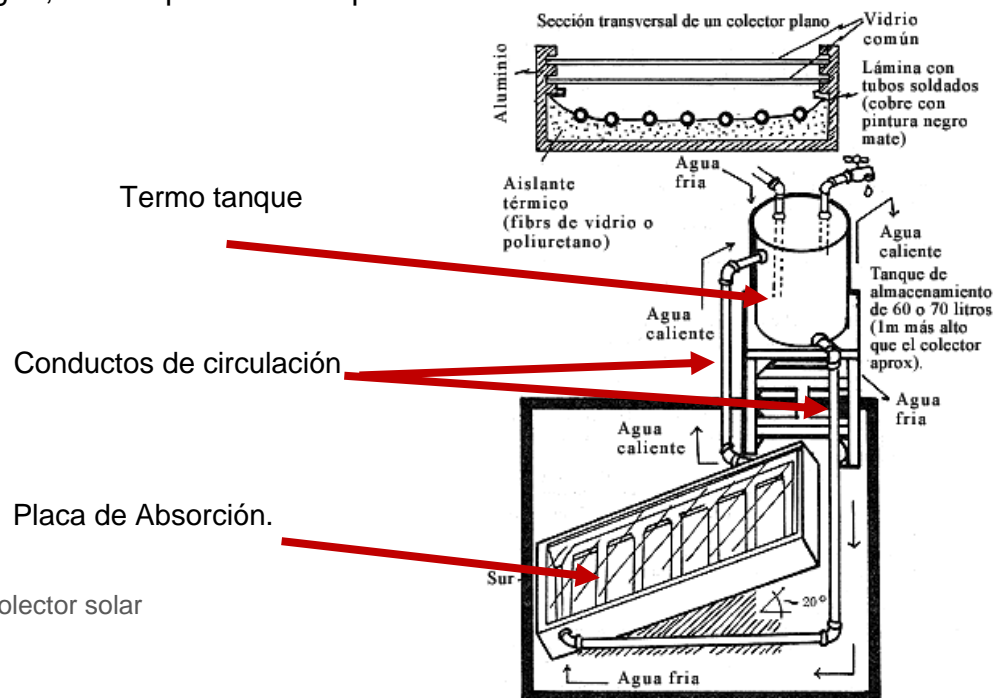


Ilustración 33 Partes de un colector solar

Tipos de calentadores de agua solares

Existen tres tipos principales de calentadores de agua solares. Ellos son los colectores planos, los sistemas de colección y almacenamiento, y los colectores de tubos evacuados. Cada uno de estos calentadores de agua solares trabaja de una manera diferente para lograr el objetivo de capturar la energía del sol y usarla como agua caliente.

Colector plano

Usan cajas aisladas o con una placa de absorción para calentar el agua. Cuando se usan para calentar agua de albercas se puede prescindir de la caja aislada.

En el llamado colector plano, se disponen dos tubos horizontales y se conectan con varios tubos verticales. Cada uno de estos tiene acoplada una placa normalmente de lámina delgada. Las láminas sirven para captar el calor y transmitirlo por conducción a la tubería.

El arreglo de tubos se coloca horizontalmente sobre el suelo, con una inclinación específica dependiendo de la localidad terrestre. El agua entra por uno de los extremos del tubo horizontal más bajo, sube por todos los tubos verticales y sale por el extremo contrario del tubo horizontal más alto.

Sistema de recolección y almacenamiento.

Operan al permitir el paso del agua fría a través del colector solar, el cual calienta el agua poco a poco. Una manguera o tubo se dispone en una formación de vaivén o espiral. La superficie expuesta al sol recibirá la energía directamente sobre el conducto en forma de serpentín.

Colectores de tubo evacuado o al vacío.

Usan tubos de vidrio y metal para calentar el agua. Éste tipo de calentadores frecuentemente se usan para propósitos comerciales más que para residenciales.

El colector utiliza tubos de vidrio al vacío. Dentro de los tubos se encuentran los conductos del colector. El vacío previene los fenómenos de conducción convección, aumentando la eficiencia pero también el costo.

Existen también otros tipos de colectores que alcanzan mayores temperaturas:

Concentradores parabólicos, consistentes en un arreglo de espejos en forma de cilindro parabólico que reflejan la energía solar hacia un solo conducto lineal por donde pasa una sustancia capaz de calentarse a temperaturas alrededor de los 300 °C.

La variante llamado plato parabólico concentra la energía en un punto en lugar de una línea como en el caso del concentrador parabólico.

Especificaciones de PROCALSOL (Programa para la Promoción de Calentadores Solares de Agua en México).

Las Especificaciones para determinar el ahorro de gas L.P., en el sistema de calentadores solares de agua utilizan la radiación solar y el gas L.P. deben de cumplir con lo indicado en el Dictamen de Idoneidad Técnica emitido por el Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación S.C. (ONNCCE). Se establecen los siguientes puntos:

1. Características del Producto
2. Características del Sistema
3. Cumplimiento de las especificaciones.
 - Deben de resistir una presión hidrostática de 3 kg/cm² interna por un tiempo de 12 horas, sin estar expuestos a la radiación solar directa e indirecta, sin presentar al final de la prueba caídas de presión superiores al 5 %.
 - Debe medir el consumo de gas LP del sistema que se va a evaluar u compararlo con el consumo de gas LP del calentador de referencia, ambos operando simultáneamente y bajo las mismas condiciones ambientales y de trabajo (extracciones de agua caliente) y presentar un ahorro mínimo de 13.5 kg, en 30 días de uso.
4. Características de los Materiales
5. Cumplimiento de las especificaciones de identificación, etiquetado y marcado
6. Usos del producto
7. Almacenamiento, manipulación y transporte
8. Instalación
9. Mantenimiento
10. Garantía y otras certificaciones
11. Asistencia técnica y servicios
12. Condiciones adicionales.

El Calentador solar debe de marcarse y etiquetarse en forma clara y que permanezca fija hasta la entrega al usuario final con los siguientes datos como mínimo.

1. Nombre de la empresa.
2. Modelo
3. País de origen del producto
4. Fecha de fabricación o lote.
5. Marca o símbolo del fabricante
6. Presión máxima de operación.
7. Capacidad del termotanque
8. Indicar con que material está fabricado
9. Instructivo
10. Combustible del calentador de respaldo
11. Garantía por escrito al cliente.

Nota:

El fabricante debe de proporcionar las especificaciones del equipo y los manuales tanto de instalación como del usuario final.

Cálculo para estimar el número de colectores solares

Para aplicaciones industriales se requieren calentadores con cubiertas de vidrio, recubrimientos especiales en los captadores y un excelente aislamiento térmico para operar con buenos rendimientos a altas temperaturas. Los sistemas de calentamiento con este tipo de captadores son más caros, pero siguen siendo sumamente rentables al ahorrar una gran cantidad de combustibles fósiles, además de que no contaminan el ambiente. En general, la inversión en este tipo de sistemas se recupera en un periodo de menos de cuatro años y estos equipos tienen una vida útil de más de 15 años, por lo que también resultan muy rentables.

En términos muy prácticos, la cantidad de captadores solares que se requerirían para una aplicación dada puede estimarse a grosso modo mediante el siguiente procedimiento:

a) Determinar la cantidad de agua caliente requerida para la aplicación deseada en un cierto periodo, por ejemplo: 2,000 litros de agua caliente a 52° C cada día, para uso doméstico.

b) Calcular la cantidad de energía calorífica requerida. Para el ejemplo anterior éste sería:

$Q_u = (\text{litros/día})(\text{densidad del agua})(\text{calor específico})(\text{incremento en la temperatura})$, o sea:

$$Q_u = (2000 \text{ litros / día}) (1 \text{ kg / litro}) (4.187 \text{ kJ / kg } ^\circ \text{C}) (52^\circ \text{C} - 14^\circ \text{C}) = 318\,212 \text{ kJ/día}$$

c) Determinar el rendimiento medio de los captadores solares para esta aplicación. Este rendimiento que, como se mencionó antes, depende de la temperatura requerida para la aplicación deseada, se puede leer en la escala de la izquierda de una etiqueta, como la que se muestra en la Figura 1, que deberá ser suministrada por el proveedor. En este caso corresponde a un captador de buena calidad, que proporciona al menos 40 MJ/día para una temperatura de aplicación de 52° C en un día típico de la ciudad de México.

En días muy soleados, el rendimiento puede ser un 25% mayor. Asimismo, en días muy nublados el rendimiento será inferior, pero al menos para aplicaciones domésticas, una buena estimación permite eliminar por completo el calentador de gas de “respaldo”.

d) Dividir la cantidad de energía calorífica requerida entre la energía captada diariamente por cada captador. Para obtener 2,000 litros de agua caliente al día empleando captadores que rinden 40 MJ/día a 52° C de temperatura de aplicación, se requerirán entonces de:

$$(318.212 \text{ MJ/día}) / (40 \text{ MJ/día-captador}) = 7.9553 \text{ captadores}$$

e) Redondear al mayor número entero par más próximo. En este ejemplo serían ocho los captadores que se requerirían para suministrar 2,000 litros de agua a 52° C, a partir de agua de la tubería a 14° C.

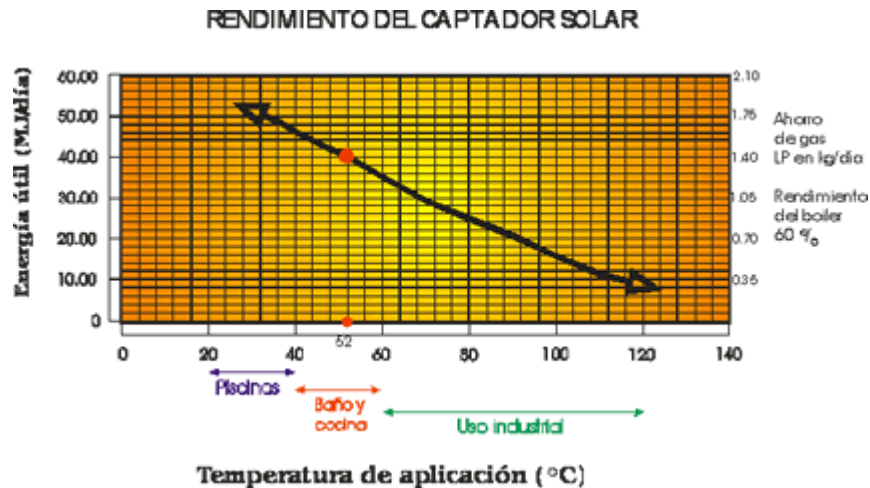


Ilustración 34 Etiqueta de rendimiento de un captador solar comercial.

Para estimar la cantidad de combustible ahorrado, simplemente se lee en la escala de la derecha los kilogramos de gas LP ahorrados diariamente por cada captador –para el ejemplo dado se leen 1.40 kg/día de gas LP - y se multiplica por el número de captadores solares. Esto da muy aproximadamente el número de kilogramos de combustible fósil ahorrado si el sistema es operado correctamente. Para el ejemplo dado, se ahorrarían al menos $1.40 \times 8 = 11.20$ kilogramos de gas LP diariamente, que corresponden a más de 32 mil pesos anuales de ahorro en gas LP.

En concordancia para la estimación del número de colectores solares sugeridos es de:

- 56 Colectores para el gasto de agua caliente (14,000 litros de agua a 50°)
- Se estima que debe de quedar en respaldo un 30% de agua caliente para la recarga del uso de regaderas para el siguiente turno, esto es igual a 17 colectores para respaldo.
- Nos da un total de 73 colectores solares.

Evaluación de sistemas pasivos de calentamiento de agua

Consideraciones.

Tipos de Sistemas.

En general los sistemas de recolección solar para el calentamiento de agua pueden ahorrar el gasto entre 80 y 100 Kg. de gas L.P. mensualmente por cada 5 personas.

Estos sistemas de calentamiento no emiten gases de efecto invernadero o contaminantes al ambiente, (excepto en el uso de bombeo).

Ventajas en el Sistema Activo.

- El sistema se encuentra en trabajo constante, al contar con flotadores y sistemas electrónicos, los termo tanque no se quedarán sin agua, lo cual garantiza un factor de seguridad.
- El nivel del agua en el termo tanque siempre es el óptimo.
- No emite contaminantes.

Desventajas

- Se requiere de un sistema de bombeo adicional al sistema.
- Gasto energético por uso de equipo adicional.

Ventajas de Sistema Pasivo.

- No requiere de sistema de bombeo y se abastece de agua caliente al inmueble por gravedad.
- No usa energía en su funcionamiento.
- No emite contaminantes.

Desventajas

- La posición debe de permitir que se llene por gravedad, por lo consiguiente debe de colocarse por lo menos a 30 cms. sobre el nivel del colector y los tanques de abastecimiento de agua fría, por lo menos a 50 cms. sobre el nivel del colector.
- Se requiere que los colectores solares se instalen en serie y se conecten después al boiler, de esta manera se asegura que se caliente el agua en los días nublados.
- Si el colector es plano, existe el riesgo de explosión si el sistema de termosifón se queda sin agua.
- Se requiere de una altura mínima de 3.00 metros entre el tanque y la salida de agua caliente para que se ejerza la presión suficiente.

Tipos de Colectores de radiación.

La calidad del colector depende del diseño termodinámico y de la calidad de los materiales empleados, la hermeticidad de las uniones y de la calidad de la instalación y operación sean adecuados a la necesidad requerida. La eficiencia del colector aumenta cuando la radiación solar es más intensa.

Ventajas del colector plano.

- Calienta más rápido el agua, puede recargarse y calentar el agua hasta 3 veces el tanque al día (3 horas de intervalo).

Desventajas del colector plano.

- Requiere de limpieza una vez al mes por lo menos, limpiando cristales y acrílicos con una franela húmeda.
- No debe de permanecer más de tres semanas sin recargarse de agua, existe el riesgo de explosión de alguna de sus partes.
- Revisión de válvulas eliminadoras de aire y el sistema de conexiones para evitar obstrucciones al escapar el aire.

Ventajas del colector de tubos al vacío.

- Es más seguro que un colector plano, ya que si se queda sin agua, no hace explosión.
- Requiere de mantenimiento una vez al año.
- Sus materiales son más resistentes al intemperismo.
- Es más eficiente el desempeño del calentamiento de agua y ahorro de gas L.P.

Desventajas del colector de tubos al vacío.

- Calienta el agua de su termotanque a la temperatura ideal cada 4 horas de exposición.
- Es más costosa su tecnología.
- Requiere de limpieza una vez al mes por lo menos, limpiando el área de captación (tubos) con una franela húmeda.
- Revisión de válvulas eliminadoras de aire y el sistema de conexiones para evitar obstrucciones al escapar el aire.

Evaluación de equipos

Para este estudio se elaboró una tabla de comparación de operatividad de los colectores solares de calentamiento pasivo de agua de fabricación nacional que se encuentren en el mercado, para su evaluación se toman en cuenta las mismas condiciones con características similares en su conformación física y en la misma situación de generación de energía, como es la inclinación, radiación solar del sitio, meta de generación o potencia instalada. se considera el mismo inversor para todos los casos, con el fin de establecer los siguientes puntos:

- El colector solar pasivo a utilizar será de cama plana, con los siguientes características.
 - 1) Superficie de captación promedio de de 1.66 m²
 - 2) Termotanque con capacidad de 165 litros
 - 3) El Termotanque deberá de tener una resistencia de 3 kg/cm² o superior
 - 4) El Termotanque debará contener una válvula de alivio para la liberación de vapor cuando no está en uso el sistema
 - 5) Se deberán de encamisar y aislar las tuberías de conducción de agua caliente para evitar pérdidas térmicas.
 - 6) Se recomienda el uso de un termotanque de almacenamiento con una capacidad de 14,000 litros, instalado precio a la caldera.
 - 7) En caso de utilizar el agua sólo para uso de regaderas, se recomienda a la salida de termotanque de almacenamiento el uso de caldereta.

Tabla con datos generales de colectores solares para calentamiento de agua								
Nombre de la Empresa	Modelo del colector solar	Modelo del termotanque	País de Origen	Presión máxima de operación (kg/cm ²)	Capacidad del termotanque en litros	Combustible del calentador de respaldo	TIPO DE COLECTOR	Garantía por escrito (en años)
ENERVERDE S.A. de C.V.	E/TI-A-0-18-165	E/TI-A-0-18-165/SS/H-18-180-58	China	6	155.6	Gas LP	TUBOS AL VACIO	10
CALENTADORES SOLARES MONARCA S.A.	CSM-150 PLUS	CSM-150 PLUS	México	3	152.2	Gas LP	PLANO	10
CALENTADORES SOLARES MONARCA S.A.	CSM-150	CSM-150	México	3	165.1	Gas LP	PLANO	10
IUSA S.A. de C.V.	IUSASOL SCS10510P	IUSASOL SCS10510P	México	10	151.8	Gas LP	PLANO	10
IUSA S.A. de C.V.	IUSASOL SCS11109R	IUSASOL SCS11109R	México	10	152.2	Gas LP	PLANO	10
ROTOPLAS S.A. de C.V.	CI-GBA-66-ET	CI-GBA-66-ET	México	3	112.1	Gas Natural y LP	PLANO	10
FREE ENERGY S. de R.L. de C.V.	KEH58-1800-24	KEH58-1800-24	China	6	200	Gas LP	TUBOS AL VACIO	10
FREE ENERGY S. de R.L. de C.V.	KEH58-1800-18	KEH58-1800-18	China	6	165	Gas LP	TUBOS AL VACIO	10
THERMOSOL S.A. de C.V.	G150-20	G150-20	China	4	150	Gas LP	TUBOS AL VACIO	10
MODULO SOLAR S.A. de C.V.	AXOL AP 150 LTS	AXOL AP 150 LTS	México	8	150.3	Gas LP	PLANO	10
SISTEMAS ECOLOGICOS INTELIGENTES S.A. de C.V.	SEI-H-E-10-2000/58	SEI-H-E-10-2000/58	China	6	109.1	Gas LP	TUBOS AL VACIO	10
SISTEMAS DE ENERGIA Y AGUA S.A. de C.V.	Manantial 100 L	Manantial 100 L	China	6	100.2	Gas LP	TUBOS AL VACIO	10

Tabla 28 Tabla de equipos evaluados que cumplen con los requerimientos de proyecto.

Tabla de especificaciones de colectores solares para calentamiento de agua

Nombre de la empresa	Modelo del colector solar	Modelo del termostanque	Componentes y materiales de colector solar										
			Colector plano					Tubos al vacío					
			Medidas en milímetros		Área de colección real (m ²)	Material del colector	Material de la cubierta del colector	Tipo de material de los tubos	No. De tubos	Medidas en milímetros		Área de colección real (m ²)	
			Largo	Ancho						Largo	Diámetro		
ENERVERDE S.A. de C.V.	E/TI-A-0-18-165	E/TI-A-0-18-165/SS/H-18-180-58											
CALENTADORES SOLARES MONARCA S.A.	CSM-150 PLUS	CSM-150 PLUS	1860	770	1.43	Cobre Aluminio	Vidrio templado						
CALENTADORES SOLARES MONARCA S.A.	CSM-150	CSM-150	1860	770	1.43	Cobre Aluminio	Vidrio templado						
IUSA S.A. de C.V.	IUSASOL SCS10510P	IUSASOL SCS10510P	1890	930	1.76	Cobre Aluminio	Policarbonato						
IUSA S.A. de C.V.	IUSASOL SCS11109R	IUSASOL SCS11109R	1890	930	1.76	Cobre Aluminio	Policarbonato						
ROTOPLAS S.A. de C.V.	CI-GBA-66-ET	CI-GBA-66-ET	945	965	0.91	Cobre Aluminio	Vidrio templado						
FREE ENERGY S. de R.L. de C.V.	KEH58-1800-24	KEH58-1800-24						Borosilicato	24	1800	58	3.2	
FREE ENERGY S. de R.L. de C.V.	KEH58-1800-18	KEH58-1800-18						Borosilicato	18	1800	58	2.38	
THERMOSOL S.A. de C.V.	G150-20	G150-20						Borosilicato	18	1800	58	1.88	
MODULO SOLAR S.A. de C.V.	AXOL AP 150 LTS	AXOL AP 150 LTS	1940	850	1.65	Cobre Aluminio	Policarbonato						
SISTEMAS ECOLOGICOS INTELIGENTES S.A. de C.V.	SEI-H-E-10-2000/58	SEI-H-E-10-2000/58						Borosilicato	10	2000	58	1.38	
SISTEMAS DE ENERGIA Y AGUA S.A. de C.V.	Manantial 100 L	Manantial 100 L						Borosilicato	10	1800	58	1.38	

Tabla 29 Tabla de especificaciones técnicas de colectores solares evaluados.

Nombre de la empresa	Componentes del termostanque				Componentes de la estructura de soporte		Sistema integral				Porcentaje de ahorro mínimo en 30 días de Gas LP
	Capacidad del termostanque en litros	Recubrimiento exterior	Medidas en milímetros		Material de fabricación	Acabado final	Funcionamiento del sistema	Orientación preferente	Inclinación o ángulo de uso (en)	Presión máxima (kg/cm ²)	
			Largo	Diámetro							
ENERVERDE S.A. de C.V.	155.6	Acero inoxidable	1600	460	Acero inoxidable	Terminado aparente	Tubos al vacío y por contacto	Sur	27	6	90.00%
CALENTADORES SOLARES MONARCA S.A.	152.2	Lamina de acero pintada	1340	510	tubular de acero de 1"	Pintura en color negro	Termosifón	Sur	21	3	72.00%
CALENTADORES SOLARES MONARCA S.A.	165.1	Lamina de acero pintada	no específica	no específica	tubular de acero de 1"	Pintura en color negro	Termosifón	Sur	21	3	110.00%
IUSA S.A. de C.V.	151.8	Lamina de acero pintura al horno	890	530	PTR de 1"	Pintura al horno	Termosifón	Sur	27	10	92.00%
IUSA S.A. de C.V.	152.2	Lamina de acero pintura al horno	890	530	PTR de 1"	Pintura horneada	Termosifón	Sur	27	10	81.00%
ROTOPLAS S.A. de C.V.	112.1	Polietileno	905	550	Acero al carbón	Pintura horneada	Termosifón	Sur	22 +/- 2	3	121.00%
FREE ENERGY S. de R.L. de C.V.	200	Acero inoxidable	2080	460	Aluminio	no específica	Tubos al vacío y por contacto	Sur	26	6	64.00%
FREE ENERGY S. de R.L. de C.V.	165	Acero galvanizado recubierto	1580	460	Aluminio	no específica	Tubos al vacío y por contacto	Sur	26	6	112.00%
THERMOSOL S.A. de C.V.	150	Acero inoxidable	1180	470	Aluminio	no específica	Tubos al vacío y por contacto	Sur	20	4	64.00%
MODULO SOLAR S.A. de C.V.	150.3	Acero galvanizado recubierto	1040	515	Acero galvanizado calibre 18	Pintura horneada	Termosifón	Sur	Latitud de localidad +/- 10°	8	90.00%
SISTEMAS ECOLOGICOS INTELIGENTES S.A. de C.V.	109.1	Acero inoxidable	970	500	Acero	Pintura horneada	Tubos al vacío y por contacto	Sur	30	6	59.00%
SISTEMAS DE ENERGIA Y AGUA S.A. de C.V.	100.2	Acero inoxidable	1000	470	Acero	Pintura horneada	Tubos al vacío y por contacto	Sur	30	6	51.00%

Tabla 30 Tabla de comparación de termostanques en colectores solares.

Tabla de especificaciones de colectores solares para calentamiento de agua

Resumen												
Empresa o marca	Colector solar		Termotanque			Evaluación de equipos						
	Tipo de colector	Área de colección real (m ²)	Capacidad del termotanque en litros	Funcionamiento del sistema	Porcentaje de ahorro en 30 días	Litros calentados por m ²	Temperatura diurna (promedio en grados)	Temperatura nocturna (promedio en grados)	Porcentaje de pérdida de temperatura	Promedio de kg de gas LP ahorrados al día (40 litros/boiler)	Promedio de kg de gas LP ahorrados al año	Promedio de calentamiento de litros/m ² al año
ENERVERDE S.A. de C.V.	Tubos al vacío	2.3	155.6	Tubos al vacío y por contacto	90.00%	67.65	30.18	20.82	31.01%	5.88	2,146.81	24,693.04
CALENTADORES SOLARES MONARCA S.A.	Plano	1.43	152.2	Termosifón	72.00%	106.27	37.27	23.32	37.43%	5.75	2,099.90	38,788.58
CALENTADORES SOLARES MONARCA S.A.	Plano	1.43	165.1	Termosifón	110.00%	115.28	34.3	22.6	34.11%	6.24	2,277.88	42,076.18
IUSA S.A. de C.V.	Plano	1.76	151.8	Termosifón	92.00%	86.36	33.05	23.47	28.99%	5.74	2,094.38	31,522.44
IUSA S.A. de C.V.	Plano	1.76	152.2	Termosifón	81.00%	86.59	30.71	21.72	29.27%	5.75	2,099.90	31,605.51
ROTOPLAS S.A. de C.V.	Plano	0.91	112.1	Termosifón	121.00%	122.93	30.35	19.37	36.18%	4.24	1,546.64	44,868.27
FREE ENERGY S. de R.L. de C.V.	Tubos al vacío	3.2	200	Tubos al vacío y por contacto	64.00%	62.50	23.21	14.91	35.76%	7.56	2,759.40	22,812.50
FREE ENERGY S. de R.L. de C.V.	Tubos al vacío	2.38	165	Tubos al vacío y por contacto	112.00%	69.33	23.21	14.91	35.76%	6.24	2,276.51	25,304.62
THERMOSOL S.A. de C.V.	Tubos al vacío	1.88	150	Tubos al vacío y por contacto	64.00%	79.79	33.4	24.6	26.35%	5.67	2,069.55	29,122.34
MODULO SOLAR S.A. de C.V.	Plano	1.65	150.3	Termosifón	90.00%	91.15	33.4	24.6	26.35%	5.68	2,073.69	33,268.34
SISTEMAS ECOLOGICOS INTELIGENTES S.A. de C.V.	Tubos al vacío	1.38	109.1	Tubos al vacío y por contacto	59.00%	79.06	35.12	25.9	26.25%	4.12	1,505.25	28,856.16
SISTEMAS DE ENERGIA Y AGUA S.A. de C.V.	Tubos al vacío	1.38	100.2	Tubos al vacío y por contacto	51.00%	72.61	23.48	17.72	24.53%	3.79	1,382.46	26,502.17

Promedio de calentamiento de agua al año **31,618.35**

Promedio de ahorro en kg de gas LP por sistema **5.56**

Tabla 31 Tabla de resumen de evaluación de colectores solares.



Empresa o marca	Promedio de calentamiento de litros al año	Litros de desempeño / media	Porcentaje de ahorro en 30 días	Promedio de kg de gas LP ahorrados al año	Kg. De gas LP / media de ahorro (2027.69 kg/año)	Litros calentados por m2	Porcentaje de pérdida de temperatura	Ahorro promedio (Kg de Gas LP)	Evaluación	Tipo de sistema	Punto por seguridad del sistema	Calificación total de evaluación
ENERVERDE S.A. de C.V.	56,794.00	3,151.17	90.00%	2,146.81	119.11	67.65	31.01%	5.88	8.00	Tubos al vacío y por contacto	1.00	9.00
CALENTADORES SOLARES MONARCA S.A.	55,553.00	1,910.17	72.00%	2,099.90	72.20	106.27	37.43%	5.75	6.00	Termosifón	0.00	6.00
CALENTADORES SOLARES MONARCA S.A.	60,261.50	6,618.67	110.00%	2,277.88	250.19	115.28	34.11%	6.24	11.00	Termosifón	0.00	11.00
IUSA S.A. de C.V.	55,407.00	1,764.17	92.00%	2,094.38	66.69	86.36	28.99%	5.74	7.00	Termosifón	0.00	7.00
IUSA S.A. de C.V.	55,553.00	1,910.17	81.00%	2,099.90	72.20	86.59	29.27%	5.75	6.00	Termosifón	0.00	6.00
ROTOPLAS S.A. de C.V.	40,916.50	-12,726.33	121.00%	1,546.64	-481.06	122.93	36.18%	4.24	4.00	Termosifón	0.00	4.00
FREE ENERGY S. de R.L. de C.V.	73,000.00	19,357.17	64.00%	2,759.40	731.70	62.50	35.76%	7.56	7.00	Tubos al vacío y por contacto	1.00	8.00
FREE ENERGY S. de R.L. de C.V.	60,225.00	6,582.17	112.00%	2,276.51	248.81	69.33	35.76%	6.24	8.00	Tubos al vacío y por contacto	1.00	9.00
THERMOSOL S.A. de C.V.	54,750.00	1,107.17	64.00%	2,069.55	41.85	79.79	26.35%	5.67	6.00	Tubos al vacío y por contacto	1.00	7.00
MODULO SOLAR S.A. de C.V.	54,859.50	1,216.67	90.00%	2,073.69	45.99	91.15	26.35%	5.68	7.00	Termosifón	0.00	7.00
SISTEMAS ECOLOGICOS INTELIGENTES S.A. de C.V.	39,821.50	-13,821.33	59.00%	1,505.25	-522.45	79.06	26.25%	4.12	3.00	Tubos al vacío y por contacto	1.00	4.00
SISTEMAS DE ENERGIA Y AGUA S.A. de C.V.	36,573.00	-17,069.83	51.00%	1,382.46	-645.24	72.61	24.53%	3.79	3.00	Tubos al vacío y por contacto	1.00	4.00

Calificación de evaluación

Número en color verde	■	2 puntos
Número en color negro	■	1 punto
Número en color rojo	■	0 puntos

Calificación por seguridad *

Tubos al vacío	1
Termosifón/ Plano	0

Tabla 32 Tabla de comparación de colectores solares por calificación en seguridad y eficiencia energética.

Recomendaciones para el uso de agua caliente en regaderas

- Uso de cebollas para regadera con regilote nebulizador de chorro de agua, con esto se reducirá el gasto del agua, (hasta 10 litros/minuto).
- Usar regaderas economizadoras de alta presión, de esta manera contaremos con más agua caliente por usuario.
- Lograr el máximo aprovechamiento del agua que está almacenada en el termotanque (tratando de usar, en cuanto sea posible, sólo agua fría).
- Se recomienda el uso de colectores solares de de cama plana , por motivos de seguridad, ya que los edificios están expuestos a ráfagas de viento superiores a los 30 metros/seg.
- También hacer uso de los sistemas pasivos para el funcionamiento de estos equipos y se determina que el tanque a emplear soporte una presión hidrostática igual ó mayor a 6 kg/cm².



Estimación económica promedio

Estimación promedio			
Concepto	P.U.	CANTIDAD	COSTO
Precio promedio unitario de colector solar	\$13,500	80	\$1,080,000.00
Costo de instalación (Insumos)	\$141,110	1	\$141,110.00
Costo de instalación (Mano de obra)	\$218,250	1	\$218,250.00
Subtotal			\$1,439,360.00
16% de IVA			\$230,297.60
Total			\$1,669,657.60
Precio promedio unitario	\$20,870.72	M.N.	

Notas:

1. Se debe de considerar que el precio estimado es un promedio de los equipos que existen en el mercado
2. No se incluye el precio de transporte al sitio
3. Se debe de evaluar la canalización y aislamiento de los tubos de conducción de agua caliente
4. No se consideró el costo del termotanque de almacenamiento
5. No se consideró el precio de caldereta o caldera

Conclusiones.

Los equipos a emplear deberán tener las siguientes características:

1. Ahorro en el consumo de gas L.P., igual o mayor a 70%.
2. Presión que soporta el termotanque será igual o mayor a 3kg/cm², de resistencia a la presión hidrostática.
3. El sistema a emplear será pasivo y funcionará a través de tubos al vacío.
4. El porcentaje de pérdida de calor del termotanque en horario nocturno no será mayor al 32%.
5. La instalación se llevará a cabo en acomodo serial y se conectará a un calentador de gas con encendido electrónico, lo cual mejorará el desempeño y eficiencia del sistema.
6. Todos los equipos estudiados han sido dictaminados por la ONNCCE (Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación) bajo las indicaciones y en base a las "Especificaciones para determinar el ahorro de Gas L.P., en el sistema de calentadores solares de agua que utilizan la radiación solar y el gas L.P.", de PROCALSOL (Programa para la Promoción de Calentadores Solares de Agua en México.), por lo que los equipos a evaluar posteriormente, deberán de presentar las mismas evaluaciones, certificaciones y avales a la normatividad vigente en este rubro.
7. Por motivos de seguridad en los espacios de uso público, se recomienda la instalación de los colectores solares de sistema de tubos al vacío en el colector y que el termotanque tenga una resistencia de 6 kg/cm² y una válvula de alivio para la liberación de vapor cuando no está en uso el sistema.



Normas en Observancia.

NOM-003-ENER-2000

Eficiencia térmica en calentadores de agua para uso doméstico y comercial. - Límites, métodos de prueba y etiquetado.

NMX-ES-001-NORMEX-2005

Energía Solar.- Rendimiento térmico y funcionalidad de colectores solares para calentamiento de agua, métodos y pruebas.

Ejemplo de aplicación de eficiencia energética y ecotécnicas a un edificio.

Un edificio de oficinas por norma eléctrica NOM-007-ENER-2014⁵³, debe de consumir 14 watts/m², si el edificio tiene 1,000 m² construidos, el edificio consume por hora 14,000 watts o 14 kilowatts por hora, si se considera que en promedio el consumo por iluminación en edificio de oficinas es de 10% al 15%, podemos suponer un consumo de energía eléctrica de 140 kW/hora, si su horario laboral es de 8 horas, al día el edificio consumiría 1,120 kW/día, siendo que la tarifa establecida por ser negocio le correspondería la tarifa O-M zona centro, con un valor estimado al mes de octubre de \$ 1.428 pesos por kilowatt⁵⁴, es decir, el pago por consumo diario del edificio sería de \$1,599.36 pesos, al mes el cargo será de \$31,987.20 pesos, al año se pagaría considerando que no se modifique la tarifa, \$383,846.40 pesos, sin considerar el uso del aire acondicionado, en el caso de existir se pagaría por este concepto \$690,923.52 pesos. Consideramos el consumo diario sin aire acondicionado y aplicamos acciones de eficiencia energética, podríamos reducir su consumo eléctrico a través de las siguientes acciones:

Acciones de bajo impacto económico

- Sustitución de luminarias tradicionales por luminarias de alta eficiencia.
- Retiro de equipos innecesarios
- Ubicación de equipos de impresión a un área de impresión por sección.
- Uso controlado de impresoras y fotocopiadoras.

Acciones de medio impacto económico

- "Peinado de instalaciones eléctricas".
- Sustitución de alambre eléctrico por cable eléctrico.
- Implementar un uso horario que evite las horas pico por temporada del año (en la zona centro es en verano de 20:00 a 22:00 hrs y en invierno es de 18:00 a 22:00 hrs.)

Acciones de alto impacto económico

- Proyecto eléctrico
- Separación de circuitos eléctricos por tipo de servicio (normal, regulada, iluminación, emergencia)
- Seccionamiento de circuitos eléctricos (se establece un uso horario y después de este uso horario, la corriente se corta para evitar el consumo eléctrico por aparatos en Modo de espera).

⁵³ Fuente: NOM-007-ENER-2014, "Eficiencia energética en sistemas de alumbrado en edificios no residenciales", Diario Oficial de la Federación, 7/08/14

⁵⁴ Fuente: CFE, Conoce tu tarifa

http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/tarifas_negocio.asp?Tarifa=CMAMT&Anio=2014

- Conexión de los aparatos electrónicos a corriente regulada (esto evita las variaciones en la corriente, evitando las bajas y altas en el voltaje, causantes de multas por parte del suministrador del servicio).
- Instalación de reguladores y UPS (Sistema de alimentación ininterrumpida), al suministro de energía eléctrica.
- Instalación de niveladores de energía (Inductores, Capacitores).

A través de estas acciones se podría obtener un 35% de ahorro de energía eléctrica, el consumo anual sería de \$249,500.02 pesos, \$134,346.38 pesos, si el costo por las acciones realizadas fuera de \$ 500,000.00 pesos, el retorno de inversión sería en 3.72 años, para que este retorno de inversión sea viable y factible se considera que debe ser en menos de cinco años a partir de la implementación. Entonces, sí cumple, es viable y factible.

El consumo se reduciría a 91 kW/hora, es decir a 728 kW/día, de este consumo podemos establecer que la acción de implementación de energía renovable tenga una meta de sustituir el 50% de energía convencional por energía renovable, siendo 364 kW/día.

El cálculo para esta implementación se realiza de esta manera:

- $364 \text{ kW/día} / \text{horas solar pico (5)} = 72.8 \text{ kWhrp}$
- Los kilowatts hora pico se dividen entre la capacidad nominal de los paneles fotovoltaicos, este caso se tomará un panel de 250 Watts de capacidad.
- $72,800 \text{ watts} / 250 \text{ watts} = 29.12 \text{ paneles}$
- los 29.12 paneles se debe de considerar la caída de tensión por conducción de los paneles al centro de carga con un 5% de caída, por lo tanto.
- $29.12 \text{ paneles} * 1.05\% = 30.57 \text{ paneles}$ que es igual a 31 paneles instalados.
- El costo estimado por instalación fotovoltaica es de \$3.00 dólares por watt instalado, dando por resultado, 31 paneles por 250 watts es igual a 7,750 watts por \$3.00 dólares es igual a \$23,250 dólares, por el tipo de cambio al día de 24 de Octubre de 2014 es de \$13.52 pesos por dólar⁵⁵, el costo por implementación es de \$314,340.00 pesos.

El ahorro estimado por esta implementación es de \$124,750.08 al año, tomando en cuenta este factor, el retorno de inversión sería en 2.52 años, el resultado es factible y viable.

Sí en lugar de considerar el 50% de generación, estimamos el 100%, el costo de instalación sería de \$ 628,680.00 pesos, ahorrando por concepto de consumo un estimado de \$ 249,500.16, siendo el retorno de inversión en los mismos 2.52 años.

⁵⁵ Fuente: Banco de México
http://www.sat.gob.mx/informacion_fiscal/tablas_indicadores/Paginas/tipo_cambio.aspx

Lo que se debe de considerar es el área disponible en azotea, limitante del sistema de generación ya que serían 62 paneles, que deben de orientarse al sur con una inclinación según la ubicación geográfica del edificio.

Observaciones.

Al hacer un uso eficiente de la energía eléctrica se reduciría un 35% del consumo y sumando las acciones de implementación de un sistema de generación de energía eléctrica al 65% del consumo restante, se obtiene una autosuficiencia energética al 100%, lo cual en el rubro de energía eléctrica el edificio se convertiría en un edificio cero emisiones.

El costo total de las acciones sería de \$500,000.00 por acciones de eficiencia energética y de \$628,680.00 pesos por implementación de sistema de generación de energía, con un total de \$1,128,680.00 pesos, el costo por consumo de energía eléctrica sin acciones al año es de \$383,846.40 pesos, su retorno de inversión se da al tercer año (2.945) de la implementación.

Caso de aplicación de eficiencia energética en iluminación.

En el Taller de Arquitectura "José Villagrán García", de la Facultad de Arquitectura de la UNAM, se realizó un ejercicio de aproximación en eficiencia energética en iluminación, sustituyendo 12 luminarios con lámparas de tecnología T-12, por 9 luminarios con lámparas de tecnología T-5, antes de la sustitución, se realizó una medición de consumo energético en el aula Imanol Ordorika, ubicada en el sótano del inmueble, la medición fue realizada por el Programa de Ahorro Energético de la Facultad de Ingeniería (PAEFI), para obtener un registro durante una semana del comportamiento del consumo eléctrico del aula en situación real de uso.

Esta medición arrojó el resultado de consumir **27 kW** al día con una Densidad de Potencia para alumbrado (DPEA), de **31.19 Watts/m²**, fuera de norma vigente (NOM-007-ENER-2014⁵⁶), que establece como límite **14 Watts/m²**, con un nivel de iluminación de **198 luxes** promedio, la cual también está fuera de la norma vigente NOM-025-STPS-2008⁵⁷, la cual establece como un mínimo de **300 luxes** promedio en aulas, la Universidad Nacional Autónoma de México establece que para estas áreas se debe de obtener un mínimo de **400 luxes** promedio.

⁵⁶ Fuente: NOM-007-ENER-2014, "Eficiencia energética en sistemas de alumbrado en edificios no residenciales", Diario Oficial de la Federación, 7/08/14

⁵⁷ Fuente: NOM-025-STPS-2008 "Condiciones de iluminación en los centros de trabajo", Diario Oficial de la Federación, 30/12/2008.

Después de la implementación, el PAEFI, volvió a medir el consumo eléctrico del aula al sustituir los 12 luminarias con 24 lámparas de tecnología T-12, por nueve luminarias con nueve lámparas de tecnología T-5, obteniendo los siguientes resultados:

- DPEA de **3.84 Watts/m²**
- Nivel de iluminación **415.53 luxes promedio**
- Consumo promedio al día de **3.33 kW**
- Porcentaje de ahorro de **87.68%**
- Ahorro económico al año de **\$8,053.67 pesos**
- Retorno de inversión a **1.99 años**
- Beneficio por implementación **3 años**
- Cumple con la normatividad federal vigente y la norma interna universitaria.

Cabe mencionar que el taller de arquitectura mencionado está catalogado como Patrimonio Cultural de la Humanidad por parte de la UNESCO y tiene un valor de edificio artístico por parte del Instituto Nacional de Bellas Artes (INBA).



Secretaría Administrativa
Dirección General de Obras y Conservación
Dirección de Planeación y Evaluación de Obras

MEDICIÓN PROMEDIO DE TRES FECHAS

Consumo energético por iluminación en aulas del Taller "José Villagrán García" (Medición Pleuslite)									
Aula	Arq. Imanol Ordorika Benguechea	Medición de luxes				Comparación de sistemas			
		Medición con sistema convencional		Medición con sistema de alta eficiencia energética		Costos			
		Num.	luxes	Num.	luxes	Sistema convencional en iluminación en espacio administrativo		U.	
		1	292	1	433.0	Consumo promedio anual	\$9,185.30	M.N.	
		2	235	2	323.3	Consumo energético anual	6,750.00	kW	
		3	277	3	487.0	Emisión de CO ₂ e	2.970	Ton	
		4	252	4	338.7	Iluminación * m ² / AÑO	\$127.33	M.N.	
		5	296	5	480.7	Luxes / m ²	2.745	lux/m ²	
		6	153	6	477.3	Sistema de alta eficiencia energética en iluminación en espacio administrativo			
		7	211	7	367.0				
		8	303	8	513.0	Consumo promedio anual	\$1,131.63	M.N.	
		9	203	9	363.7	Consumo energético anual	831.60	kW	
		10	119	10	501.0	Emisión de CO ₂ e	0.366	Ton	
		11	165	11	440.3	Iluminación * m ² / AÑO	\$15.69	M.N.	
		12	143	12	314.0	Luxes / m ²	5.760	lux/m ²	
		13	189	13	451.3	Ahorros			
		14	95	14	299.3	Económico	\$8,053.67	M.N.	
		15	37	15	443.3	Porcentaje de ahorro	87.68%		
Nivel	Sotano	promedio		198.00	promedio		415.53	Beneficio ambiental (CO ₂ e no emitido)	
		Garantías por sistema						Costo por cambio de tecnología	
Luminarios en sistema convencional	5 años	Luminarios en sistema de alta eficiencia		5 años				Inversión inicial	
Balastro en sistema convencional	3 años	Balastro en sistema de alta eficiencia		5 años				Retorno de inversión	
Difusor en sistema convencional	5 años	Difusor en sistema de alta eficiencia		Vida				1.99 Años	

Comparación de sistemas de iluminación

Tecnología	Potencia (W)	No. luminarios	Consumo de Balastro	Total lámparas	Consumo por espacio (W)	Consumo al día (kW)	Factor de uniformidad media (f _{um})	m2 construidos	D.P.E.A. (Watts/m2)	Costo por uso de energía al día	Ahorro de energía Sistema Convencional vs Sistema de Alta eficiencia
T - 12	75	2	25.00%	12	2,250.00	27.00	0.47979798	72.14	31.19	\$36.74	
Luminarios en sistema de alta eficiencia energética											
T-5	28	1	10.00%	9	277.20	3.33	0.72035938	72.14	3.84	\$4.53	87.68%

Consideraciones

El factor de uniformidad es para alumbrado localizado es igual ó > 0.5 el factor de uniformidad en este caso es de **0.720** entonces **sí cumple**
 La **NOM-025-STPS-2008**, establece para oficinas un mínimo de 300 luxes a nivel de superficie de trabajo, **sin modificación** es de **198.00** **no cumple**
 Al efectuarse la modificación, la medición de luxes promedio a nivel de trabajo es de **415.53** luxes entonces **sí cumple** por norma
 La UNAM, establece en su normatividad interna, un mínimo en el promedio de luxes en espacios destinados para docencia de **400 luxes**
 considerando la normatividad interna, **si cumple** con el promedio mínimo requerido por la Institución y por la Norma Oficial Mexicana.
 La **NOM-007-ENER-2004**, establece para aulas un D.P.E.A. máximo de **16 W/m²** **sin modificación** es de **31.19 W/m²** **no cumple** por norma
 con la modificación de la propuesta la Densidad de Potencia es de **3.84 W/m²** **si cumple** por norma. La tarifa considerada para el cálculo es del mes de agosto de 2013, establecida por la Comisión Federal de Electricidad, para la zona central en tarifa **HM**

Ilustración 35 Tabla de estudio y análisis de consumo eléctrico por iluminación en aula, DGO y C de la UNAM.

Ficha técnica de evaluación por tipo de espacio bajo el resguardo de la UNAM.⁵⁸

Las mediciones se realizaron en campo en tres fechas diferentes para la obtención de luxes y durante una semana para el registro del consumo energético.

Sí la implementación se realizará en todo el inmueble considerando que el mayor consumo en las aulas es por iluminación como arroja el registro realizado por el PAEFI, el consumo por iluminación es del **80%** del recurso energético, en este consumo reduciríamos un **87.83%**, es decir un **72%** del consumo total, al saber este dato podríamos calcular un sistema fotovoltaico que generará el **28%** restante del consumo, en este caso obtendríamos una autosuficiencia en energía eléctrica, el inmueble se convertiría en un edificio CERO-EMISIONES, ya que no utiliza gas ni aire acondicionado.

⁵⁸ Fuente: Dirección General de Obras y Conservación, Dirección de Planeación y Evaluación de Obras, Coordinación de la Planta Física, UNAM, 2013.

Resultados esperados en la implementación de eficiencia energética y energías renovables a un edificio patrimonial

Al generar los conocimientos para obtener las bases de implementación de las energías renovables en los edificios de valor patrimonial, se podrá garantizar la preservación de la memoria tangible de la sociedad mexicana, ya que se requiere de la visión de un restaurador que pueda proveer un beneficio económico al usuario, para que este pueda obtener recursos económicos que podrán invertirse en la manutención del inmueble. Se requiere generar los conocimientos para establecer los criterios para la implementación de eficiencia y ahorro energético, uso de las energías alternativas y acciones que permitan el uso responsable del agua, estos principios se encuentran en la concepción de la sustentabilidad, en donde el equilibrio entre los tres factores (económico, ambiental y social), harán posible la preservación de los edificios de valor patrimonial.

Al complementar el ejercicio de la restauración con la tecnología, se complementa un proyecto que hará rentable un edificio que se encuentra en el abandono o que su capacidad espacial está en desuso o desaprovechado, la intención de restaurar con elementos de ingeniería es, aportar a un edificio de valor patrimonial la oportunidad de preservarse con la dignidad que le ha otorgado su historia en el papel de evolución de su sociedad a través del tiempo. Es posible reactivar el centro de la Ciudad de México bajo las condicionantes de la restauración y preceptos de la eficiencia energética, ya que la suma de acciones permitirían que el valor catastral de esta zona se eleve y vuelva a contener un uso habitacional, el cual se ha perdido con el paso del tiempo, aún con la falta de este uso, el primer cuadro de la ciudad se ha mantenido como el eje económico de la metrópoli.

La Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), ha sobrepasado las fronteras de la Ciudad de México, creando zonas habitacionales en sus colindancias con los estados aledaños, aumentando las distancias entre los hogares y centros de trabajo, esto causa una saturación de las vías de comunicación, sistemas de transporte, abasto de servicios, desabasto en alimentos, oportunidades en los sistemas de educación en sus distintos niveles (básico, medio, medio superior y superior), oportunidades en el ámbito laboral, etc.

Ante esta problemática los desarrolladores en conjuntos habitacionales buscan las oportunidades de crear desarrollos o conjuntos para dar abasto a esta creciente demanda en las delegaciones territoriales de la Ciudad de México, sin considerar los impactos ambientales y de abasto de servicios que provocan al crear edificaciones de alta densidad poblacional. En respuesta a los puntos anteriores, se propone que a través de la revitalización del Centro Histórico de la Ciudad de México se podrá dar solución a los siguientes problemas:

Habitacional.- Al restaurar los edificios habitacionales del Centro Histórico, se aumentará el índice de densidad que se ha perdido en los últimos 30 años, se regresará la vida al primer cuadro e incrementará su economía, creando empleos, comercio de manera local, se detendrá la urbanización de las zonas aledañas a la ZMVM.

Transporte.- Se potencializará el uso del transporte público, se mitigará el uso del transporte particular.

Ambiental.- La huella contaminante producida por el transporte se verá disminuida al hacer uso de los sistemas de transporte metropolitano. También al hacer uso de los sistemas alternativos de generación de energía, al no emitir gases de efecto invernadero (GEI) se reducirán los índices de contaminantes suspendidos en el aire.

Ambientales por implementación de energías alternativas.- Al generar energía por sistemas pasivos que no emiten gases GEI, se abastece la demanda energética que en consecuencia no utiliza la energía proveniente de fuentes convencionales, no sólo tiene un impacto local, también general al no consumir energía contaminante, al mismo tiempo garantiza el abasto a las edificaciones colindantes al no modificar o aumentar la infraestructura para dar el servicio energético a la localidad.

Ambiental por captación de agua.- Al almacenar el agua pluvial y hacer un uso responsable del agua, se garantiza el abasto a las edificaciones colindantes al no modificar o aumentar la infraestructura para dar el servicio hidráulico a la localidad.

Salud.- Al disminuir los contaminantes ambientales se recuperará la salud de la población inmersa.

Económico.- Al revitalizarse el Centro Histórico, los negocios establecidos se beneficiaran al obtener clientela cautiva por ser comercio local, se crearan empleos directos, indirectos e ingresos por venta de productos o servicios, al aumentar estos puntos, se incrementa el valor catastral del predio.

Social.- Los habitantes de esta zona serán beneficiados al obtener más y mejores servicios urbanos, se crearán pasillos comerciales y habitacionales que abastezcan las necesidades de la población cautiva y flotante.

Impacto en la huella urbana.- Aun cuando aumente la demandad de servicios, será más barato adaptar los servicios a esta zona, ya que existe la infraestructura y probablemente sólo se requiera actualizarla.

Capítulo 5

Identificar las áreas de oportunidad para la mejora en la preservación.

Se debe de hacer un levantamiento del estado físico de las instalaciones eléctricas, medición del consumo eléctrico promedio al día y un registro del consumo eléctrico con una temporalidad establecida y definida según sea el caso. Para este ejercicio se determinó que los pasos a seguir son:

1. Levantamiento físico de las instalaciones.
2. Identificación y localización de los conductores y canalizaciones del inmueble
3. Proyecto de integración de la instalación eléctrica con objetivos y definiciones de metas.
4. Cálculo de instalación eléctrica a integrar
5. Proyecto de instalación eléctrica a integrar
6. Estudio de cambio de tecnología a una tecnología más eficiente y beneficios obtenidos.
7. Proyección de ahorro económico con una temporalidad definida

Al obtener el estado físico de las instalaciones eléctricas, se sugiere las siguientes condiciones de proyecto, para alcanzar las metas de crear un edificio con un uso eficiente de la energía.

1. Medición del consumo eléctrico y su monitoreo constante.
2. Implementar sistemas de gestión de energía
3. Seccionar circuitos del edificio con el fin de establecer horarios de uso
4. Seccionar y dividir los circuitos según su uso, ya sea; luz, fuerza, corriente regulada en fuerza, corriente regulada en iluminación, tipo de corriente ya sea alterna o directa según su uso.
5. Crear un código cromático para tipo de corriente, uso y voltaje.
6. Crear conferencias y prácticas dirigidas al personal laboral del edificio, con el fin de hacer buenas prácticas en el uso de la energía.
7. Elaborar programas de concientización del personal laboral.
8. Elaborar programas de monitoreo eléctrico.
9. Elaborar programas de mantenimiento eléctrico preventivo y su cronograma.
10. Elaborar programa de sustitución, mantenimiento menor, mantenimiento correctivo y cronograma por tipo de tecnología empleada o implementada.

Levantamiento del estado actual de la instalación eléctrica.

Se debe de realizar un monitoreo previo a cualquier primera acción de intervención, debe de realizarse con un equipo de medición y registro por fase en la acometida o subestación del edificio. Posteriormente se realizará un levantamiento de los equipos conectados y su consumo eléctrico por cada uno de ellos. El censo de los equipos de consumo eléctrico se debe de realizar con un registro del consumo energético del equipo y su uso horario, con el fin de poder establecer una demanda energética por cada tipo de equipos o sistema.



En este caso se divide en rubros según las actividades o tipo de consumo que demanda los equipos conectados como son:

- a) Equipos de cómputo (Computadoras, impresoras, proyectores, etc.)
- b) Sistema de alumbrado (Luminarias y lámparas en interiores y exteriores)
- c) Equipos de consumo energético (Equipos eléctricos administrativos, bombas, pantallas, televisores, etc.).

Con este registro se podrá determinar las acciones de sustitución de equipos o sistemas existentes por equipos o sistemas de alta eficiencia energética.

CONSUMO ENERGÉTICO POR CAPACIDAD INSTALADA										
ESTADO ACTUAL										
INFO	CONCEPTO	Cantidad	Consumo promedio Watts/hr	Carga total por equipo o luminaria	Horas de Uso/día (horario 8:30 a 20:30)	Consumo total Watts/día	Consumo total KW/día	Consumo total anual kW (días hábiles)	Consumo total anual en kW (días de asueto)	Consumo total anual en kW
	CPU	159.00	101.50	16,138.50	8.00	129,108.00	129.11	32,793.43		
	en modo de ahorro de energía o apagado	159.00	2.00	318.00	16.00	5,088.00	5.09	1,292.35	564.77	34,650.55
	Monitores CRT de 14" y 15"	70.00	70.00	4,900.00	8.00	39,200.00	39.20	9,956.80		
	en modo de ahorro de energía o apagado	70.00	5.00	350.00	16.00	5,600.00	5.60	1,422.40	621.60	12,000.80
	Monitores CRT de 17" y 19"	41.00	90.00	3,690.00	8.00	29,520.00	29.52	7,498.08		
	en modo de ahorro de energía o apagado	41.00	5.00	205.00	16.00	3,280.00	3.28	833.12	364.08	8,695.28
	Monitores LCD de 15.6" a 19"	48.00	22.00	1,056.00	8.00	8,448.00	8.45	2,145.79		
	en modo de ahorro de energía o apagado	48.00	2.00	96.00	16.00	1,536.00	1.54	390.14	170.50	2,706.43
	Impresoras de inyección de tinta	10.00	30.00	300.00	2.00	600.00	0.60	152.40		
	en modo de ahorro de energía o apagado	10.00	5.00	50.00	22.00	1,100.00	1.10	279.40	122.10	553.90
	Impresoras Láser a color	10.00	445.00	4,450.00	4.00	17,800.00	17.80	4,521.20		
	en espera	10.00	38.00	380.00	8.00	3,040.00	3.04	772.16		
	apagada	10.00	1.00	10.00	12.00	120.00	0.12	30.48	13.32	5,337.16
	Impresoras Láser a color, gran formato	6.00	630.00	3,780.00	4.00	15,120.00	15.12	3,840.48		
	en espera	6.00	93.00	558.00	8.00	4,464.00	4.46	1,133.86		
	apagada	6.00	1.00	6.00	12.00	72.00	0.07	18.29	7.99	5,000.62
	Impresoras Láser BN, modelos varios	57.00	400.00	22,800.00	3.00	68,400.00	68.40	17,373.60		
	en espera	57.00	15.00	855.00	9.00	7,695.00	7.70	1,954.53		
	apagada	57.00	1.00	57.00	12.00	684.00	0.68	173.74	75.92	19,577.79
	Impresoras Láser BN, media y alta capacidad	13.00	600.00	7,800.00	4.00	31,200.00	31.20	7,924.80		
	en espera	13.00	93.00	1,209.00	8.00	9,672.00	9.67	2,456.69		
	apagada	13.00	1.00	13.00	12.00	156.00	0.16	39.62	17.32	10,438.43
	Plotter	4.00	160.00	640.00	2.00	1,280.00	1.28	325.12		
	en espera	4.00	45.00	180.00	4.00	720.00	0.72	182.88		
	apagada	4.00	1.00	4.00	18.00	72.00	0.07	18.29	7.99	534.28
	Impresoras de matriz de punto	5.00	65.00	325.00	2.00	650.00	0.65	165.10		
	en espera *	5.00	15.00	75.00	4.00	300.00	0.30	76.20		
	apagada *	1.00	1.00	1.00	18.00	18.00	0.02	4.57	2.00	247.87
	Impresoras de matriz de punto, alta capacidad	2.00	115.00	230.00	2.00	460.00	0.46	116.84		
	en espera *	2.00	45.00	90.00	4.00	360.00	0.36	91.44		
	apagada *	1.00	1.00	1.00	18.00	18.00	0.02	4.57	2.00	214.85
	Impresoras térmicas	2.00	206.00	412.00	2.00	824.00	0.82	209.30		
	en espera *	2.00	45.00	90.00	4.00	360.00	0.36	91.44		
	apagada *	1.00	1.00	1.00	18.00	18.00	0.02	4.57	2.00	307.31
	Proyectores de foco	2.00	250.00	500.00	1.00	500.00	0.50	127.00		
	en espera *	2.00	35.00	70.00	1.00	70.00	0.07	17.78		
	apagada *	1.00	1.00	1.00	22.00	22.00	0.02	5.59	2.44	152.81
	Totales					387,575.00	387.58	98,444.05	1,974.02	100,418.07

Tabla 33 Censo de equipos de cómputo existente con el registro de demanda energética y huso horario.

Registro de la demanda energética del sistema de alumbrado, en donde se consideran el tipo de tecnología empleada, consumo energético por tipo de luminaria, demanda energética en uso horario.

SISTEMA DE ALUMBRADO ACTUAL										
INFO	CONCEPTO	Cantidad	Consumo promedio Watts/hr	Carga total por equipo o luminaria	Horas de Uso/día (horario 8:30 a 20:30)	Consumo total Watts/día	Consumo total kW/día	Consumo total anual en kW (días hábiles)	Consumo total anual kW (días de asueto)	Consumo total anual kW
Iluminación	Iluminación fluorescente en oficinas 2x25 W	361.00	55.00	19,855.00	8.00	158,840.00	158.84	40,345.36		40,345.36
	Iluminación fluorescente en oficinas 2x59 W	89.00	129.80	11,552.20	8.00	138,626.40	138.63	35,211.11		35,211.11
	Iluminación fluorescente en oficinas 1x59 W	25.00	64.90	1,622.50	8.00	19,470.00	19.47	4,945.38		4,945.38
	Iluminación fluorescente en oficinas 2x17 W	4.00	37.40	149.60	8.00	1,795.20	1.80	455.98		455.98
	Iluminación fluorescente compacta 1x20 W	7.00	22.00	154.00	8.00	1,848.00	1.85	469.39		469.39
	Arbotante fluorescente compacta 1x20 W	8.00	22.00	176.00	8.00	2,112.00	2.11	536.45		536.45
	Spot fluorescente compacta 1 x 20 W	42.00	22.00	924.00	2.00	5,544.00	5.54	1,408.18		1,408.18
	Reflectores en azotea VSAP 250W	14.00	312.50	4,375.00	2.00	52,500.00	52.50	13,335.00		13,335.00
	Luminarias Koffer en estacionamiento	12.00	154.00	1,848.00	6.00	11,088.00	11.09	2,816.35	1,230.77	4,047.12
	Luminaria con lámpara atenuada al 30%	12.00	107.80	1,293.60	6.00	7,761.60	7.76	1,971.45	861.54	2,832.98
	Luminarias punta de poste VSAP 250W	7.00	312.50	2,187.50	6.00	26,250.00	26.25	6,667.50	2,913.75	9,581.25
	Luminarias punta de poste VSAP 150W	6.00	187.50	1,125.00	6.00	13,500.00	13.50	3,429.00	1,498.50	4,927.50
	Totales					439,335.20	439.34	111,591.14	6,504.56	118,095.70

Tabla 34 Censo de sistema de alumbrado existente con el registro de demanda energética y uso horario.



EQUIPOS DE CONSUMO ENERGÉTICO										
INFO	CONCEPTO	EQUIPOS EXISTENTES								
		Cantidad	Consumo promedio Watts/hr	Carga total por equipos	Horas de Uso/día	Consumo total Watts/día	Consumo total kW/día	Consumo total anual en kW (días hábiles)	Consumo total anual kW (días de asueto)	Consumo total anual (kW)
Equipo eléctrico de oficina	Reloj checador	12.00	50.00	600.00	24.00	14,400.00	14.40	3,657.60	1,598.40	5,256.00
	Fax	8.00	150.00	1,200.00	8.00	9,600.00	9.60	2,438.40		2,438.40
	Maquinas de escribir	16.00	75.00	1,200.00	1.00	1,200.00	1.20	304.80		304.80
	Sacapuntas eléctrico	18.00	25.00	450.00	24.00	10,800.00	10.80	2,743.20	1,198.80	3,942.00
	Triturador de documentos	6.00	170.00	1,020.00	8.00	8,160.00	8.16	2,072.64		2,072.64
	Sumadoras	18.00	10.00	180.00	8.00	1,440.00	1.44	365.76		365.76
	Scanner	7.00	25.00	175.00	8.00	1,400.00	1.40	355.60		355.60
	Totales					47,000.00	47.00	11,938.00	2,797.20	14,735.20
Equipo de fotocopiado	fotocopiadora Xerox	16.00	450.00	7,200.00	8.00	57,600.00	57.60	14,630.40		
	En espera		35.00	560.00	16.00	8,960.00	8.96	2,275.84	994.56	17,900.80
	Reproductor de planos Xerox 8830	1.00	200.00	200.00	8.00	1,600.00	1.60	406.40		
	En espera		130.00	130.00	16.00	2,080.00	2.08	528.32	230.88	1,165.60
	Reproductor de planos Xerox 3030	2.00	225.00	450.00	8.00	3,600.00	3.60	914.40		
	En espera		150.00	300.00	16.00	4,800.00	4.80	1,219.20	532.80	2,666.40
	Reproductor de planos Teriostar L1025	1.00	1,350.00	1,350.00	8.00	10,800.00	10.80	2,743.20		
	En espera		60.00	60.00	16.00	960.00	0.96	243.84	106.56	3,093.60
Totales					90,400.00	90.40	22,961.60	1,864.80	24,826.40	
Aparatos eléctricos varios	Cafetera grande	6.00	750.00	4,500.00	2.00	9,000.00	9.00	2,286.00		2,286.00
	Cafetera chica	14.00	400.00	5,600.00	2.00	11,200.00	11.20	2,844.80		2,844.80
	Horno de micro-ondas	10.00	1,200.00	12,000.00	2.00	24,000.00	24.00	6,096.00		6,096.00
	Frigo-bar	16.00	75.00	1,200.00	24.00	28,800.00	28.80	7,315.20	3,196.80	10,512.00
	Televisores (13" a 17")	6.00	50.00	300.00	2.00	600.00	0.60	152.40		152.40
	Ventiladores de pedestal	67.00	105.00	7,035.00	8.00	56,280.00	56.28	14,295.12		14,295.12
	Despachador de agua	4.00	65.00	260.00	24.00	6,240.00	6.24	1,584.96	692.64	2,277.60
	Despachador de café	1.00	85.00	85.00	24.00	2,040.00	2.04	518.16	226.44	744.60
Totales					138,160.00	138.16	35,092.64	4,115.88	39,208.52	
Equipo de bombeo	Bomba de									
	Bomba hidroneumática									
Totales					0.00000			0.00	0.00	

Tabla 35 Censo de equipos de consumo energético existente con el registro de demanda energética y uso horario.

Estos registros nos dan la base en la toma de decisiones para hacer la sustitución de equipos o sistemas para lograr una alta eficiencia energética en la demanda de energía eléctrica. En resumen, la obtención de estos datos establece en qué se está consumiendo la energía eléctrica y el huso horario en que se encuentra la demanda.



Resumen de la capacidad instalada del estado actual del inmueble.

Resumen de consumos						
EQUIPO DE CÓMPUTO	Concepto	Consumos totales				
	Equipos de computo y proyectores	Consumo total día kW	días laborales al año (kW)	días de asueto al año (kW)	Consumo de equipos total al año	
	Consumo en función	343.11	87,149.94			
	Consumo en modo de ahorro de energía	26.68	6,776.97			
	Consumo en modo de apagado	17.78	4,517.14	1,974.02		
	Subtotales	387.58	98,444.05	1,974.02	100,418.07	
Equipos de cómputo censados						
COMPUTADORAS		159.00				
MONITORES		159.00				
IMPRESORAS		109.00				
PROYECTORES		2.00				
		Subtotal	429.00			
Alumbrado	Alumbrado interior y exterior	Consumo total día kW	días laborales al año (kW)	días de asueto al año (kW)	Consumo de equipos total al año	
	Iluminación interior	328.24	83,371.84			
	Iluminación exterior	111.10	28,219.30	6,504.56		
		Subtotales	439.34	111,591.14	6,504.56	118,095.70
	Equipos de Alumbrado censados					
Interior		536.00				
Exterior		51.00				
		Subtotal	587.00			
Aparatos eléctricos	Aparatos eléctricos	Consumo total día kW	días laborales al año (kW)	días de asueto al año (kW)	Consumo de equipos total al año	
	Equipos de oficina	47.00	11,938.00	2,797.20	14,735.20	
	Equipos de copiado	90.40	22,961.60	1,864.80	24,826.40	
	Aparatos eléctricos	138.16	35,092.64	4,115.88	39,208.52	
		Subtotales	275.56	69,992.24	8,777.88	78,770.12
Aparatos eléctricos censados						
Equipos de oficina		85.00				
Equipos de copiado		20.00				
Aparatos eléctricos		124.00				
		Subtotal	229.00			
RESUMEN DE CONSUMO ENERGÉTICO						
Consumo energético promedio hora (Kw/hora)		137.81 kW				
Consumo energético promedio al día (Kw/día)		1,102.47 kW				
Consumo energético promedio anual en día labora		280,027.43 kW				
Consumo energético promedio anual en día asueto		17,256.46 kW				
Consumo energético total al año		297,283.89 kW				
COSTO ECONÓMICO POR PAGO DE SERVICIO ELÉCTRICO						
Costo promedio al día		\$1.33 M.N.				
Costo promedio al mes		\$39.97 M.N.				
Costo promedio al bimestre		\$79.93 M.N.				
Costo promedio anual		\$396,034.17 M.N.				

Tabla 36 Tabla resumen del censo de los diferentes rubros de equipos o sistemas que demanda energía eléctrica.

Este registro nos da los siguientes parámetros.

1. Consumo eléctrico por día laboral de 1,102.47 kW
2. Consumo eléctrico promedio hora 137.81 kW
3. Consumo anual de 280,027.43 kW
4. Costo económico por servicio eléctrico \$ 396,034.17 M.N.

Este censo registra una demanda base, con la cual podrá establecerse una meta de reducción en la demanda de energía eléctrica, a causa de la sustitución de la tecnología ó equipos de alta eficiencia energética por equipos existentes que tienen una alta demanda de energía ó son de baja eficiencia energética.



Propuesta de sustitución de equipos de consumo eléctrico por equipos de alta eficiencia energética.

Equipos de cómputo.

Se propone el cambio o sustitución del equipo de consumo eléctrico por equipo de alta eficiencia energética, así como el seccionamiento por áreas, para poder gestionar el uso de la energía por horarios y evitar el consumo en horas no laborables, se estima un ahorro aproximado del 20%, más el ahorro que se pueda obtener con las medidas antes mencionadas.

CONSUMO ENERGÉTICO CON EFICIENCIA ENERGÉTICA										
EQUIPOS CON EFICIENCIA ENERGÉTICA										
INFO	CONCEPTO	Cantidad	Consumo promedio Watts/hr	Carga total por equipo o luminaria	Horas de Uso/día (horario 8:30 a 20:30)	Consumo total Watts/día	Consumo total KW/día	Consumo total anual kW (días hábiles)	Consumo total anual en kW (días de asueto)	Consumo total anual en kW
	CPU	159.00	101.50	16,138.50	8.00	129,108.00	129.11	32,793.43		
	en modo de ahorro de energía o apagado	159.00	2.00	318.00	16.00	5,088.00	5.09	1,292.35	564.77	34,650.55
	Monitores LCD de 15.6" a 19"	159.00	22.00	3,498.00	8.00	27,984.00	27.98	7,107.94		
	en modo de ahorro de energía o apagado	159.00	2.00	318.00	16.00	5,088.00	5.09	1,292.35	564.77	8,965.06
	Impresoras Láser a color	10.00	445.00	4,450.00	4.00	17,800.00	17.80	4,521.20		
	en espera	10.00	38.00	380.00	8.00	3,040.00	3.04	772.16		
	apagada	10.00	1.00	10.00	12.00	120.00	0.12	30.48	13.32	5,337.16
	Impresoras Láser a color, gran formato	6.00	630.00	3,780.00	4.00	15,120.00	15.12	3,840.48		
	en espera	6.00	93.00	558.00	8.00	4,464.00	4.46	1,133.86		
	apagada	6.00	1.00	6.00	12.00	72.00	0.07	18.29	7.99	5,000.62
	Impresoras Láser BN, media y alta capacidad	13.00	600.00	7,800.00	4.00	31,200.00	31.20	7,924.80		
	en espera	13.00	93.00	1,209.00	8.00	9,672.00	9.67	2,456.69		
	apagada	13.00	1.00	13.00	12.00	156.00	0.16	39.62	17.32	10,438.43
	Plotter	4.00	160.00	640.00	2.00	1,280.00	1.28	325.12		
	en espera	4.00	45.00	180.00	4.00	720.00	0.72	182.88		
	apagada	4.00	1.00	4.00	18.00	72.00	0.07	18.29	7.99	534.28
	Proyectores de foco	2.00	250.00	500.00	1.00	500.00	0.50	127.00		
	en espera *	2.00	35.00	70.00	1.00	70.00	0.07	17.78		
	apagada *	1.00	1.00	1.00	22.00	22.00	0.02	5.59	2.44	152.81
	Totales					251,576.00	251.58	63,900.30	1,178.60	65,078.90

Tabla 37 Acciones en sustitución de equipos existentes por equipos de alta eficiencia energética y disposiciones de equipos de impresión.

Toma de decisiones en la sustitución de equipos en el sistema de alumbrado.

En el sistema de alumbrado se propone el seccionamiento de las áreas de iluminación interior y exterior, así como de las áreas comunes como de los espacios cerrados, de tal manera que se podrá seccionar un área del mismo espacio que en determinada hora podrá ser cerrado el circuito, quitando la energía en dicho circuito y su consecuencia será que no habrá en las horas subsecuentes un consumo de energía por estado en espera o consumo de los balastos electrónicos o magnéticos.

La sustitución de tecnologías es en relación directa a las funciones y necesidades lumínicas de cada espacio, es decir, por la actividad desempeñada en dicho espacio se requiere un nivel lumínico en luxes, que lo establece la norma oficial mexicana **NOM-025-STPS-2008**, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo, de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

Niveles de Iluminación

Tarea Visual del Puesto de Trabajo	Area de Trabajo	Niveles Mínimos de Iluminación (luxes)
En exteriores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Exteriores generales: patios y estacionamientos.	20
En interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Interiores generales: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, labores en minas subterráneas, iluminación de emergencia.	50
En interiores.	Áreas de circulación y pasillos; salas de espera; salas de descanso; cuartos de almacén; plataformas; cuartos de calderas.	100
Requerimiento visual simple: inspección visual, recuento de piezas, trabajo en banco y máquina.	Servicios al personal: almacenaje rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia, cuartos de compresores y pailería.	200
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina.	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.	300
Distinción clara de detalles: maquinado y acabados delicados, ensamble de inspección moderadamente difícil, captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.	Talleres de precisión: salas de cómputo, áreas de dibujo, laboratorios.	500
Distinción fina de detalles: maquinado de precisión, ensamble e inspección de trabajos delicados, manejo de instrumentos y equipo de precisión, manejo de piezas pequeñas.	Talleres de alta precisión: de pintura y acabado de superficies y laboratorios de control de calidad.	750
Alta exactitud en la distinción de detalles: ensamble, proceso e inspección de piezas pequeñas y complejas, acabado con pulidos finos.	Proceso: ensamble e inspección de piezas complejas y acabados con pulidos finos.	1,000
Alto grado de especialización en la distinción de detalles.	Proceso de gran exactitud. Ejecución de tareas visuales: <ul style="list-style-type: none"> • de bajo contraste y tamaño muy pequeño por periodos prolongados; • exactas y muy prolongadas, y • muy especiales de extremadamente bajo contraste y pequeño tamaño. 	2,000

Tabla 38 Niveles de iluminación por actividad en espacios arquitectónicos según las condiciones de trabajo.⁵⁹

También se considera en la sustitución de tecnologías, tecnologías que sean actuales y que sustituyan a aquellas tecnologías que van de salida por convertirse en aparatos obsoletos, por ejemplo, la tecnologías de los tubos fluorescentes T-12, T-8, que se cambiarían por T-5 y T-2 o en el caso de alcanzar los niveles lumínicos, por tecnología de LED's.

⁵⁹ Fuente: Diario Oficial de la Federación; Martes 8 de Diciembre de 2008, Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.



Aunque el costo de estos aparatos es económicamente mayor y en algunos casos es más del doble del costo unitario del equipo, se debe de plantear que también su vida útil es mayor y se podrán alcanzar mayores niveles lumínicos con un menor número de aparatos instalados, es decir que a través de un estudio de capacidad lumínica por cada espacios, podrán ser menor el número de aparatos instalados, mayor la capacidad lumínica y mayor la vida útil del equipo.

En este caso se debe de considerar que en la comparación UNO a UNO, siempre las nuevas tecnologías estarán en desventaja en comparación a las tecnologías que tienen un tiempo prolongado en el mercado, por la sencilla razón que varias empresas las producen y han encontrado un método de producción más eficaz y menos costoso, en cambio las nuevas tecnologías al empezar su introducción y estar en la etapa de empezar a reproducirse, son más costosas, pero tienen un mejor desempeño y eficiencia en el consumo de la energía, se pueden programar con equipos fotosensibles o de presencia, seccionar en circuitos y al ser encendidos o apagados no se dañaran sus componentes y su vida útil es más prolongada a comparación de tecnologías existentes.

SISTEMA DE ALUMBRADO											
INFO	CONCEPTO	Cantidad	Consumo promedio Watts/hr	Carga total por equipo o luminaria	Horas de Uso/día (horario 8:30 a 20:30)	Consumo total Watts/día	Consumo total kW/día	Consumo total anual en kW (días hábiles)	Consumo total anual kW (días de asueto)	Consumo total anual kW	
Iluminación	Iluminación fluorescente en oficinas 1x28 W	479.00	29.40	14,082.60	8.00	112,660.80	112.66	28,615.84		28,615.84	
	Iluminación fluorescente compacta 1x20 W	7.00	22.00	154.00	8.00	1,848.00	1.85	469.39		469.39	
	Arbotante fluorescente compacta 1x20 W	8.00	22.00	176.00	8.00	2,112.00	2.11	536.45		536.45	
	Spot fluorescente compacta 1 x 20 W	42.00	22.00	924.00	2.00	5,544.00	5.54	1,408.18		1,408.18	
	Reflectores en azotea LEED 100 W	14.00	105.00	1,470.00	2.00	52,500.00	52.50	13,335.00		13,335.00	
	Luminarias de LED 102W en estacionamiento	12.00	107.10	1,285.20	6.00	11,088.00	11.09	2,816.35	1,230.77		4,047.12
	Luminaria con lámpara atenuada al 30%	12.00	107.80	1,293.60	6.00	7,761.60	7.76	1,971.45	861.54		2,832.98
	Luminarias punta de poste LED 60W	13.00	63.00	819.00	6.00	26,250.00	26.25	6,667.50	2,913.75		9,581.25
Totales						219,764.40	219.76	55,820.16	5,006.06	60,826.21	

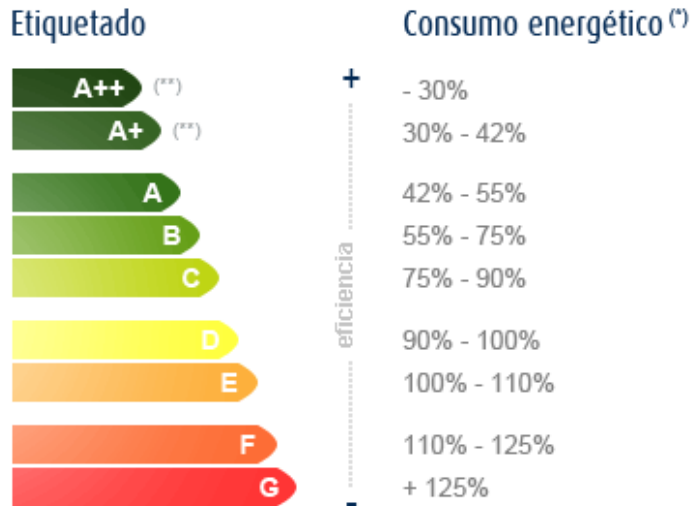
Tabla 39 Sustitución de equipos y aparatos existentes por equipos de alta eficiencia energética, consumos por equipo y demanda anual total.

PROPUESTA CON ESTUDIO DE ILUMINACION													
Horas de operación 8	Lámparas	Consumo (Watts)	Porcentaje de consumo de balastro	Consumo por luminaria	Nó de piezas	Potencia instalada (Watts)	Consumo promedio al día	Promedio de lux's sobre sup. De trabajo	Superficie iluminada m2	Altura de instalación	Precio Unitario (USDls.)	Costo instalación (USDls.)	
Tipo de luminario o lámpara													
2 Lámpara LED, Modelo PL-DLD-25, 2,440 LUM/SALIDA	1	25	0.00%	25	407	10,175.00	81,400.00	396.75	7.97	2.50	\$46.17	\$18,791.19	
4 Lámpara LED, Modelo PL-DLD-25, 2,440 LUM/SALIDA	1	25	0.00%	25	12	300.00	2,400.00	154.98	20.40	4.00	\$46.17	\$554.04	
6 Lámpara LED, Modelo PL-LSI-18, 1,606 LUM/SALIDA	1	18	0.00%	18	12	216.00	1,728.00	95.91	40.05	2.50	\$61.17	\$734.04	
9 Lámpara LED, Modelo PL-DSLIM-18, 1,680 LUM/SALIDA EMPOTRAR	1	18	0.00%	18	42	756.00	6,048.00	85.56	58.90	2.50	\$10.70	\$449.40	
15 Lámpara LED, Modelo PL-QDL3-12, 990 LUM/SALIDA, Empotrar	1	12	0.00%	12	15	180.00	1,440.00	269	4.27	2.50	\$27.20	\$408.00	
16 Lámpara LED RGB, Modelo PL-WWC-45-RGB 2,140 LUM/SALIDA	1	45	0.00%	45	14	630.00	5,040.00	14.92	174.88	16.00	\$213.49	\$2,988.86	
17 Lámpara LED, Modelo PL-LS5-25	1	24	0.00%	24	25	600.00	4,800.00	133.83	40.05	2.50	\$61.71	\$1,542.75	
Totales					527	12,857.00	102,856.00					\$25,468.28	
						Watts/día	Kw/día						
						ILUMINACIÓN INTERIOR	93,016.00	93.02					
						ILUMINACIÓN EXTERIOR	9,840.00	9.84					
							102.86						

Tabla 40 Propuesta de sistema de iluminación.

Sustitución de equipos de consumo energético existentes por equipos de alta eficiencia.

Para la toma de decisión en la sustitución de estos equipos, se tomará en cuenta la etiqueta de alta eficiencia en electrodomésticos, emitida por la Unión Europea que obliga a todo aparato de esta comunidad a emitir una etiqueta con los datos del consumo energético del aparato y su clasificación según el nivel de consumo comparado a un consumo medio, otorgando una letra en la clasificación.



(*) Consumo energético respecto a un consumo medio (etiquetas D y E).

(**) A+ y A++ solo existen para frigoríficos, congeladores y combis.

Tabla 41 Etiqueta de eficiencia energética en el consumo de energía.

En la actualidad esta etiqueta ha sido modificada para también presentar una serie de indicaciones al consumidor, con el fin de que este obtenga mayores datos y poder tomar una decisión de compra.

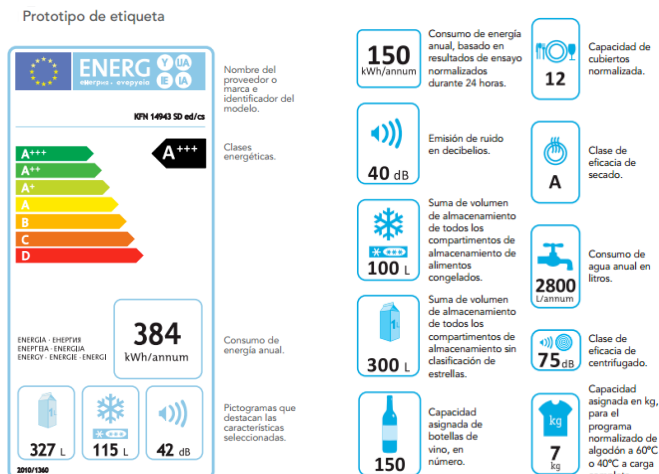


Tabla 42 Etiqueta de eficiencia energética en el consumo de energía y capacidades del aparato.

Clasificación y etiquetado nacional de electrodomésticos.

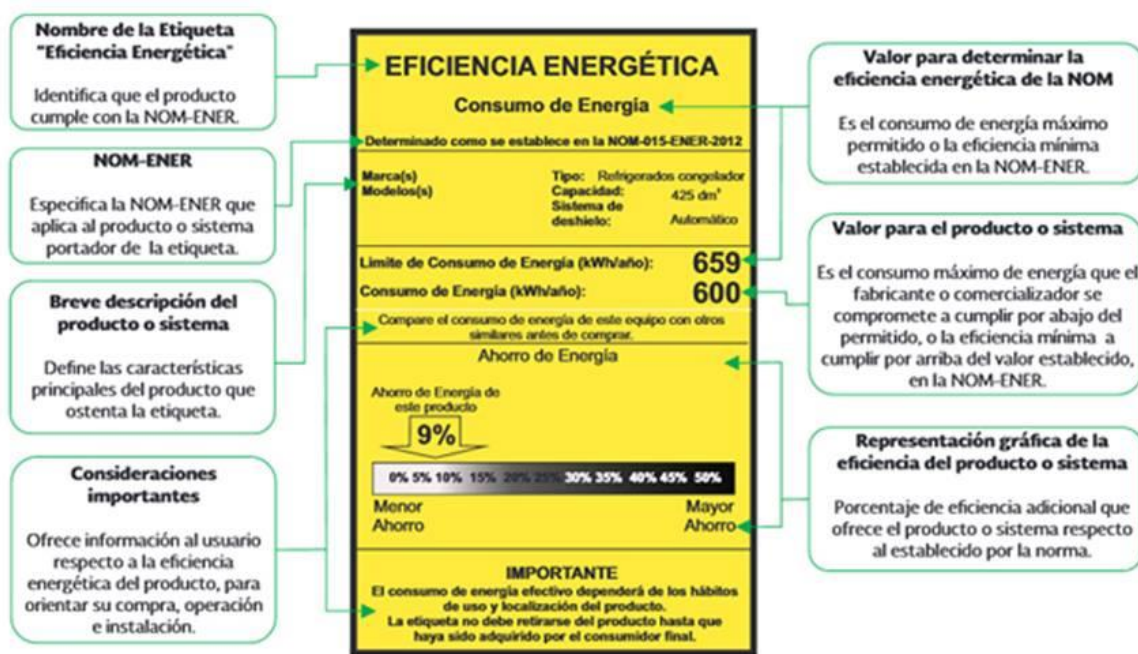


Tabla 43 Etiqueta de eficiencia energética emitida por la Secretaría de Energía a través de la Comisión Nacional del Uso Eficiente de la Energía (CONUEE).⁶⁰

⁶⁰ Fuente: http://www.conuee.gob.mx/wb/Conuee/normatividad_aplicable_em



EQUIPOS DE CONSUMO ENERGÉTICO										
INFO	CONCEPTO	EQUIPOS EXISTENTES								
		Cantidad	Consumo promedio Watts/hr	Carga total por equipos	Horas de Uso/día	Consumo total Watts/día	Consumo total kW/día	Consumo total anual en kW (días hábiles)	Consumo total anual kW (días de asueto)	Consumo total anual (kW)
Equipo eléctrico de oficina	Reloj checador	12.00	50.00	600.00	24.00	14,400.00	14.40	3,657.60	1,598.40	5,256.00
	Triturador de documentos	6.00	170.00	1,020.00	8.00	8,160.00	8.16	2,072.64		2,072.64
	Sumadoras	18.00	10.00	180.00	8.00	1,440.00	1.44	365.76		365.76
	Scanner	7.00	25.00	175.00	8.00	1,400.00	1.40	355.60		355.60
	Totales					25,400.00	25.40	6,451.60	1,598.40	8,050.00
Equipo de fotocopeado	fotocopeadora Xerox	8.00	450.00	3,600.00	8.00	28,800.00	28.80	7,315.20		
	En espera		35.00	280.00	16.00	4,480.00	4.48	1,137.92	497.28	8,950.40
	Reproductor de planos Xerox 8830	1.00	200.00	200.00	8.00	1,600.00	1.60	406.40		
	En espera		130.00	130.00	16.00	2,080.00	2.08	528.32	230.88	1,165.60
	Reproductor de planos Xerox 3030	1.00	225.00	225.00	8.00	1,800.00	1.80	457.20		
	En espera		150.00	150.00	16.00	2,400.00	2.40	609.60	266.40	1,333.20
Totales					41,160.00	41.16	10,454.64	994.56	11,449.20	
Aparatos eléctricos varios	Cafetera grande	4.00	750.00	3,000.00	2.00	6,000.00	6.00	1,524.00		1,524.00
	Cafetera chica	7.00	400.00	2,800.00	2.00	5,600.00	5.60	1,422.40		1,422.40
	Despachador de agua	4.00	65.00	260.00	24.00	6,240.00	6.24	1,584.96	692.64	2,277.60
	Despachador de café	1.00	85.00	85.00	24.00	2,040.00	2.04	518.16	226.44	744.60
Totales					19,880.00	19.88	5,049.52	919.08	5,968.60	
Equipo de bombeo	Bomba de									
	Bomba hidroneumática									
	Totales					0.00000			0.00	0.00

Tabla 44 Sustitución y acciones en equipos electrodomésticos.

El objetivo que se debe de alcanzar en la toma de decisiones es obtener un beneficio igual o mayor con menos energía consumida, los equipos deben ser eficientes en el consumo sin sacrificar los beneficios que prestan sus servicios. Cómo son, la potencia lumínica, la cantidad de lux sobre la superficie de trabajo, desempeño de trabajo (en l caso de motores y algunos electro domésticos).

Resumen de la propuesta de uso eficiente y gestión de energía eléctrica.

Capacidad Instalada Eléctrica						
PROYECTO DE IMPLEMENTACION						
Resumen de consumos						
EQUIPO DE CÓMPUTO	Concepto	Consumos totales				
	Equipos de computo y proyectores	Consumo total día kW	días laborales al año (kW)	días de asueto al año (kW)	Consumo de equipos total al año	
	Consumo en función	222.99	56,639.97			
	Consumo en modo de ahorro de energía	17.97	4,563.36			
	Consumo en modo de apagado	10.62	2,696.97	1,178.60		
	Subtotales	251.58	63,900.30	1,178.60	65,078.90	
Equipos de cómputo censados						
	COMPUTADORAS				159.00	
	MONITORES				159.00	
	IMPRESORAS				33.00	
	PROYECTORES				2.00	
	Subtotal				353.00	
Alumbrado	Alumbrado interior y exterior	Consumo total día kW	días laborales al año (kW)	días de asueto al año (kW)	Consumo de equipos total al año	
	Iluminación interior	206.66	52,491.74			
	Iluminación exterior	97.60	24,790.30	5,006.06		
		Subtotales	304.26	77,282.04	5,006.06	82,288.10
	Equipos de Alumbrado censados					
	Interior				536.00	
	Exterior				51.00	
	Subtotal				587.00	
PROPUESTA DE ILUMINACION						
Alumbrado	Alumbrado interior y exterior	Consumo total día kW	días laborales al año (kW)	días de asueto al año (kW)	Consumo de equipos total al año	
	Iluminación interior	162.78	41,345.61			
	Iluminación exterior	17.22	4,373.88	1,911.42		
		Subtotales	180.00	45,719.49	1,911.42	47,630.91
Equipos de Alumbrado censados						
	Interior				488.00	
	Exterior				39.00	
	Subtotal				527.00	
Aparatos eléctricos	Aparatos eléctricos	Consumo total día kW	días laborales al año (kW)	días de asueto al año (kW)	Consumo de equipos total al año	
	Equipos de oficina	25.40	6,451.60	1,598.40	8,050.00	
	Equipos de copiado	41.16	10,454.64	994.56	11,449.20	
	Aparatos eléctricos	19.88	5,049.52	919.08	5,968.60	
		Subtotales	86.44	21,955.76	3,512.04	25,467.80
Aparatos eléctricos censados						
	Equipos de oficina				43.00	
	Equipos de copiado				10.00	
	Aparatos eléctricos				16.00	
	Subtotal				69.00	
RESUMEN DE CONSUMO ENERGÉTICO						
	Consumo energético promedio hora (Kw/hora)	37.00	kW			
	Consumo energético promedio al día (Kw/día)	518.01	kW			
	Consumo energético promedio anual en día labora	131,575.56	kW			
	Consumo energético promedio anual en día asueto	6,602.06	kW			
	Consumo energético total al año	138,177.61	kW			
COSTO ECONÓMICO POR PAGO DE SERVICIO ELÉCTRICO						
	Costo promedio al día	\$1.33	M.N.			
	Costo promedio al mes	\$39.97	M.N.			
	Costo promedio al bimestre	\$79.93	M.N.			
	Costo promedio anual	\$184,076.76	M.N.			

Tabla 45 Resumen de medidas en eficiencia energética.

Con las medidas y acciones aplicadas nos da por resultado:

- | | |
|---|--------------------|
| 1. Consumo eléctrico por día laboral de | 518.01 kW |
| 2. Consumo eléctrico promedio hora | 37.00 kW |
| 3. Consumo anual promedio | 131,575.56 kW |
| 4. Costo económico por servicio eléctrico | \$ 184,076.76 M.N. |

Se hace la comparación de consumos eléctricos entre el estado actual y la implementación de eficiencia y gestión de la energía eléctrica.

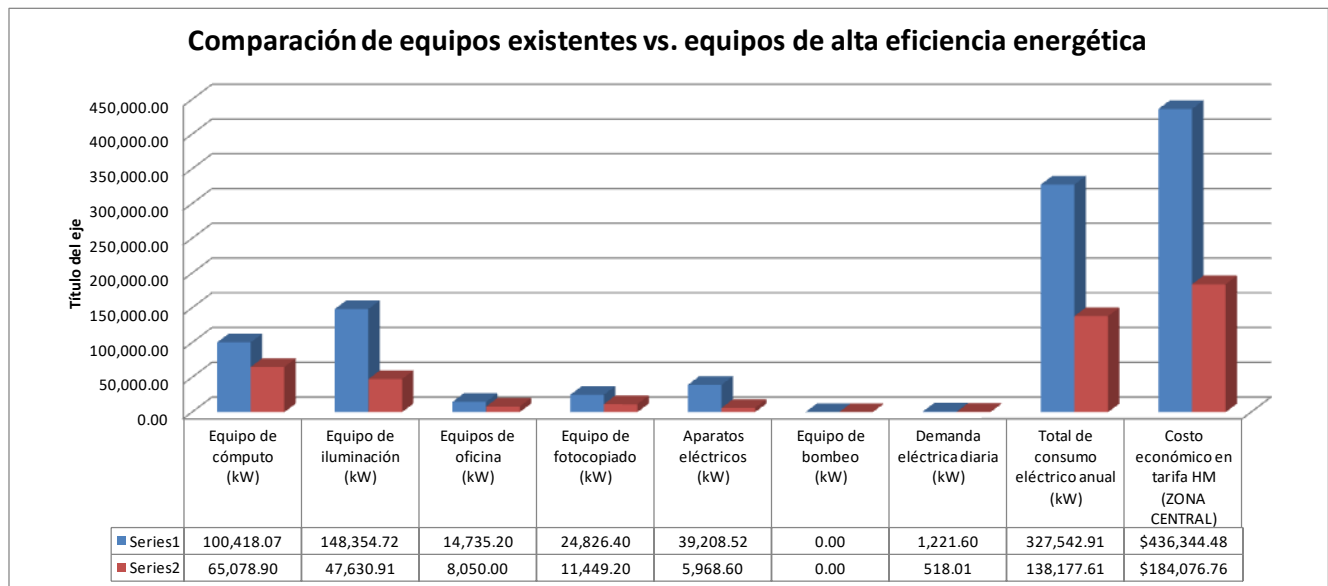


Tabla 46 Gráfica de comparación de consumos entre equipos existentes y equipos de alta eficiencia energética.

Comparación de sistemas eléctricos	Equipo de cómputo (kW)	Equipo de iluminación (kW)	Equipos de oficina (kW)	Equipo de fotocopiado (kW)	Aparatos eléctricos (kW)	Equipo de bombeo (kW)	Demanda eléctrica diaria (kW)	Total de consumo eléctrico anual (kW)	Costo económico en tarifa HM (ZONA CENTRAL)	Porcentaje de consumo	Ahorro en el consumo energético
Consumo energético sin implementación de E.E.	100,418.07	148,354.72	14,735.20	24,826.40	39,208.52	0.00	1,221.60	327,542.91	\$436,344.48	100.00%	
Consumo energético con implementación de E.E.	65,078.90	47,630.91	8,050.00	11,449.20	5,968.60	0.00	518.01	138,177.61	\$184,076.76	42.19%	57.81%

Tabla 47 Comparación de consumos de energía eléctrica entre equipos existentes y de alta eficiencia energética.

El resultado de estas medidas es el ahorro en el consumo eléctrico en un **57.81%** las medidas implementadas fueron:

1. Sustitución de luminarias y lámparas de tecnologías obsoletas (T-12, T-8), por equipos de alta eficiencia energética como son la tecnología T-5 y T-2.
2. Sustitución de focos incandescentes por focos ahorradores.
3. Sustitución de lámparas y luminarios exteriores por (V.S.A.P.) por equipos de LED's.
4. Seccionamiento de circuitos eléctricos de abasto de energía
5. Sustitución de monitores de cómputo de tecnologías anteriores como Plasma, y CRT (Rayos catódicos) por pantallas de tecnología LCD.
6. Crear centros de impresión centralizados y evitar los equipos de impresión personal.
7. Eliminar la ventilación mecanizada
8. Proteger las ventanas con micas de protección de rayos infrarrojos para evitar el calentamiento interno de los espacios por iluminación natural.
9. Promover el uso de la iluminación natural
10. Promover el uso de la ventilación natural
11. Promover el uso de las buenas prácticas del uso de la energía.
12. Desconectar los equipos de consumo eléctrico cuando no estén en uso.

Establecer objetivos y metas de eficiencia energética.

El proyecto eléctrico dentro del Plan Maestro de intervención será entonces la reducción del consumo en la demanda eléctrica, al obtener estos datos, se hará hincapié en el diseño de la capacidad instalada, es decir, se calculará en la memoria de instalación eléctrica con los equipos y sistemas que garanticen la eficiencia energética en el consumo de energía y que los aparatos y equipos estén etiquetados con las clasificaciones internacionales y nacionales en un alto rango de clasificación según el caso. En este estudio, el objetivo a alcanzar es una reducción en la demanda energética del **60%** con respecto a un proyecto convencional (estado actual), el proyecto en instalaciones eléctricas tendrá como meta el lograr a través de la selección de equipos de alta eficiencia energética, acciones de implementación de buenas prácticas en el uso de la energía y el seccionamiento de los tableros eléctricos, la obtención del objetivo establecido.

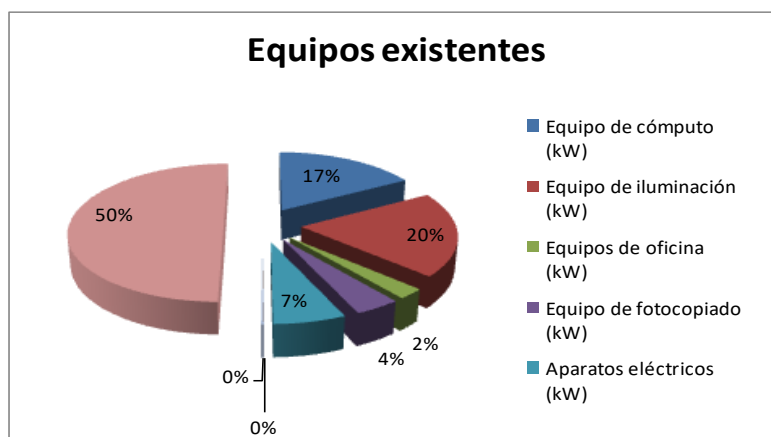


Tabla 48 Gráfica de consumos porcentuales energéticos en equipos existentes.

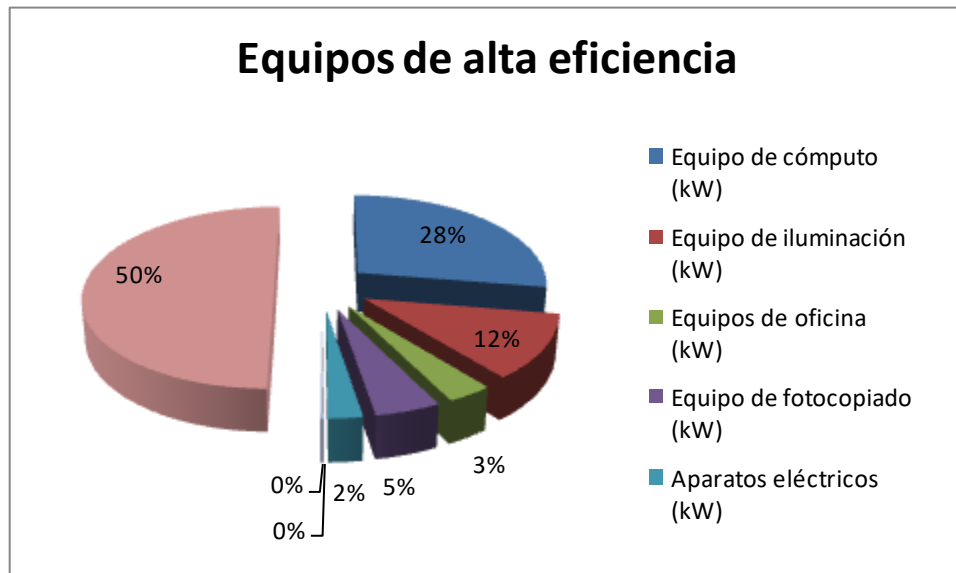


Tabla 49 Gráfica de consumos porcentuales energéticos en equipos de alta eficiencia energética.

Al obtener el objetivo de reducir el consumo de energía eléctrica se puede establecer la meta de generación de energía. Para este paso se debe de considerar la cantidad de energía a generar y su uso determinado.

Implementación de Sistema de Generación de Energía Eléctrica

Al elaborar el Estudio de idoneidad técnica, se establecen seis marcas que por su conformación y tecnología son las más idóneas para su implementación, ya que generan más energía en menos espacio físico.

Se debe de realizar una estimación de generación de energía por cada escenario posible y se realizará una estimación de generación de energía por cada tipo de sistema o panel fotovoltaico propuesto.

Primer escenario

En esta estimación se consideró el costo de implementación de energías renovables sin las medidas de eficiencia energética, acciones de seccionamiento eléctrico y las prácticas en el buen uso de la energía, es decir, sólo se toma en cuenta la demanda actual del inmueble.

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA SIN AJUSTES Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

Tabla de comparación de paneles fotovoltaicos

Marca	KYOCERA	SHARP	Solartec	Solartec	Industronic	Industronic
Modelo	KD250	ND-R250A5	S60MC-250	S60MC-260	250 W	260 W
Potencia Pico (Pp)	250.022	250.29	249.8472	259.9744	252.5396	262.4681
Paneles conectados en serie	8	8	7	7	7	7
Paneles conectados en paralelo	9	9	9	9	9	9
Total de paneles instalados	72	72	63	63	63	63
Área de captación por panel (m ²)	1.645	1.642	1.627	1.627	1.670	1.670
Área de captación por módulo (m ²)	118.47	118.23	102.49	102.49	105.21	105.21
Tensión (V)	238.40	247.20	216.72	219.52	215.32	215.39
Corriente (A)	75.51	72.90	72.63	74.61	73.89	76.77
Potencia (W)	18,001.58	18,020.88	15,740.37	16,378.39	15,909.99	16,535.49
Peso de panel (kg)	18.60	19	20.50	20.50	19.00	19.00
Peso total por modulo (kg.)	1,339.20	1,368.00	1,291.50	1,291.50	1,197.00	1,197.00
Watts * cm ²	1.519	1.524	1.536	1.598	1.512	1.572
Superficie total de huerto solar (m ²)	2,369.50	2,364.61	2,357.35	2,254.86	2,419.83	2,314.62
No. De paneles totales	1,440	1440	1449	1386	1449	1386
Generación Hora Pico (kW)	360.032	360.418	362.029	360.325	365.930	363.781
No. De módulos a instalar	20.00	20.00	23.00	22.00	23.00	22.00
No. De módulos sugeridos	20.00	20.00	23.00	22.00	23.00	22.00
Generación Hora Pico (kW)	360.03	360.42	362.03	360.32	365.93	363.78

Tabla 50 Comparación de paneles fotovoltaicos (Primer escenario).

El número de paneles totales hace muy alta la capacidad instalada del campo fotovoltaico, no es económicamente factible y no es viable en la parte técnica, ya que no se cuenta con el área necesaria en la azotea para su implementación.

El resultado de esta estimación es que **no hay Periodo de Retorno de Inversión (PRI)**, ya que el costo de implementación es elevado y el costo tarifario de la Comisión Federal de Electricidad es en tarifa competitiva (Horario de Media Tensión, HM), al ser el costo promedio de \$ 1.14⁶¹ pesos por kilowatt el cual pertenece a edificios de gobierno bajo resguardo, el PRI se da un año antes de la temporalidad recomendada por el fabricante del sistema fotovoltaico, es decir, 25 años de vida útil.

⁶¹ Fuente: http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/tarifas_negocio.asp



Ahorro estimado a valor futuro						
Marca	KYOCERA	SHARP	Solartec	Solartec	Industronic	Industronic
Modelo	KD250	ND-R250A5	S60MC-250	S60MC-260	250 W	260 W
Ahorro / vida del panel	\$24,329,991.23	\$24,329,991.23	\$24,329,991.23	\$24,329,991.23	\$24,329,991.23	\$24,329,991.23
Costo de inversión inicial + Reinversión	\$22,818,778.61	\$22,840,810.78	\$23,256,292.36	\$23,159,006.76	\$23,479,016.87	\$23,356,325.11
Ahorro real (Costo de inversión inicial + Mantb. - Ahorro por generación)	\$1,511,212.62	\$1,489,180.45	\$1,073,698.87	\$1,170,984.48	\$850,974.36	\$973,666.12
	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO

PERIODO DE RETORNO DE INVERSIÓN						
Años	24	24	24	24	24	24
Días	0.94	1.30	7.96	6.40	11.53	9.57

Tabla 51 Comparación para la implementación de paneles fotovoltaicos sin medidas de eficiencia energética.

Aún cuando el periodo de retorno de inversión se da en el año 24 de implementación, se debe de examinar que es muy tardío este periodo de retorno de inversión y que se debe de tomar otras medidas.

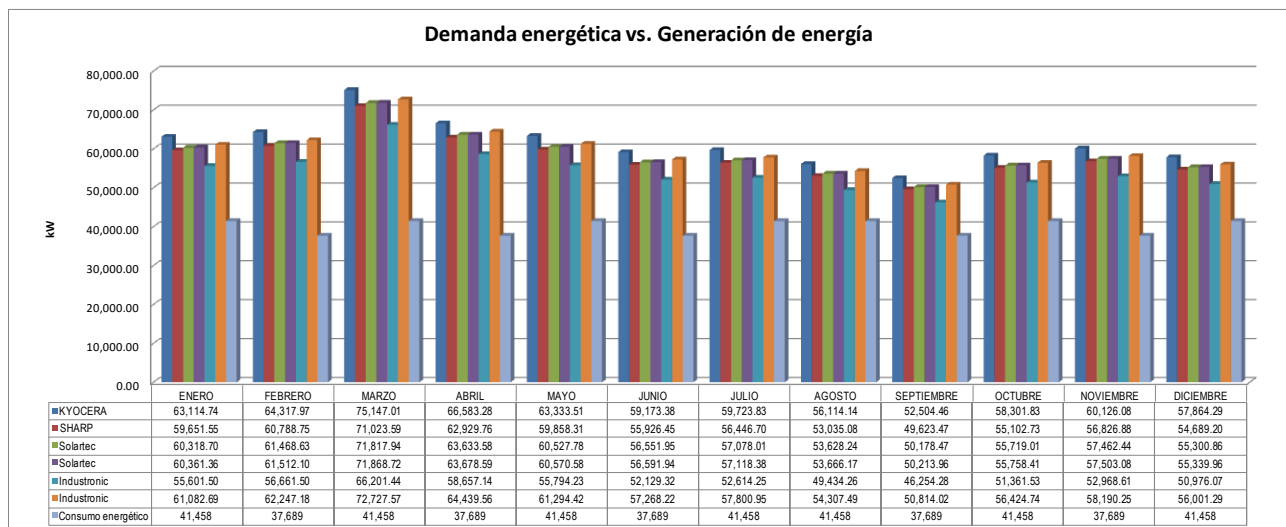


Tabla 52 Comparación de generación de energía por panel fotovoltaico.

La demanda energética (color azul claro), se ve superada en todos los meses por la generación de energía del campo fotovoltaico, esta energía excedente no obtiene retribución económica o un acumulativo energético por parte de CFE, por lo tanto se perderá.

Segundo escenario

El objetivo de este campo fotovoltaico es el de generar el 100% de la demanda eléctrica, en algunos meses se dará el excedente de producción de energía que se restará a los meses en donde se genere menos energía, el excedente de energía a final de año no será acumulativo para el año subsecuente.

Se propone la generación de energía eléctrica con respecto a la capacidad instalada, obteniendo un excedente en la generación de energía eléctrica, lo cual no es conveniente, ya que la CFE, no hace acumulativo la generación de energía eléctrica y cada año empieza el conteo de generación de energía, perdiéndose la cantidad de energía acumulado en el año inmediato anterior, al no existir el modelo de pago por generación de energía proveniente de un sistema de energía renovable, se pierden los recursos energéticos y económicos.

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA SIN AJUSTES Y CON EFICIENCIA ENERGÉTICA						
Tabla de comparación de paneles fotovoltaicos						
Marca	KYOCERA	SHARP	Solartec	Solartec	Industronic	Industronic
Modelo	KD250	ND-R250A5	S60MC-250	S60MC-260	250 W	260 W
Potencia Pico (Pp)	250.022	250.29	249.8472	259.9744	252.5396	262.4681
Paneles conectados en serie	8	8	7	7	7	7
Paneles conectados en paralelo	9	9	9	9	9	9
Total de paneles instalados	72	72	63	63	63	63
Área de captación por panel (m ²)	1.645	1.642	1.627	1.627	1.670	1.670
Área de captación por módulo (m ²)	118.47	118.23	102.49	102.49	105.21	105.21
Tensión (V)	238.40	247.20	216.72	219.52	215.32	215.39
Corriente (A)	75.51	72.90	72.63	74.61	73.89	76.77
Potencia (W)	18,001.58	18,020.88	15,740.37	16,378.39	15,909.99	16,535.49
Peso de panel (kg)	18.60	19.00	20.50	20.50	19.00	19.00
Peso total por modulo (kg.)	1,339.20	1,368.00	1,291.50	1,291.50	1,197.00	1,197.00
Watts * cm ²	1.519	1.524	1.536	1.598	1.512	1.572
Superficie total de huerto solar (m ²)	2,369.50	2,364.61	2,357.35	2,254.86	2,419.83	2,314.62
No. De paneles totales	720	792	756	693	819	693
Generación Hora Pico (kW)	180.016	198.230	188.884	180.162	206.830	181.890
No. De módulos a instalar	10.00	11.00	12.00	11.00	16.00	11.00
No. De módulos sugeridos	10.00	11.00	12.00	11.00	13.00	11.00
Generación Hora Pico (kW)	180.02	198.23	188.88	180.16	206.83	181.89

Tabla 53 Comparación de paneles fotovoltaicos (Segundo escenario).

La cantidad de paneles fotovoltaicos disminuyo gracias a que se implemento la eficiencia energética que como resultado redujo la demanda de energía.

Ahorro estimado a valor futuro						
Marca	KYOCERA	SHARP	Solartec	Solartec	Industronic	Industronic
Modelo	KD250	ND-R250A5	S60MC-250	S60MC-260	250 W	260 W
Ahorro / vida del panel	\$18,917,593.36	\$18,917,593.36	\$18,917,593.36	\$18,917,593.36	\$18,917,593.36	\$18,917,593.36
Costo de inversión inicial + Reinversión	\$11,571,144.31	\$12,610,972.43	\$12,077,455.15	\$11,579,503.38	\$13,425,470.84	\$11,678,162.55
Ahorro real (Costo de inversión inicial + Mant. - Ahorro por generación)	\$7,346,449.06	\$6,306,620.93	\$6,840,138.22	\$7,338,089.98	\$5,492,122.52	\$7,239,430.81
	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO
PERIODO DE RETORNO DE INVERSIÓN						
Años	18	19	18	18	20	18
Días	5.49	8.10	21.70	5.75	2.97	8.91

Tabla 54 Comparación para la implementación de paneles fotovoltaicos con medidas de eficiencia energética.

El Periodo de Retorno de Inversión se estima entre 18vo. y 20vo. año de implementación, con un costo económico promedio de \$ 12, 154,118.11 Pesos M.N., y un promedio en ahorro real de \$ 6,760,475.25 Pesos M.N., aunque el se cuenta con cinco años de ganancia por generación, el PRI es todavía muy lejano a un modelo que sea atractivo para su inversión.

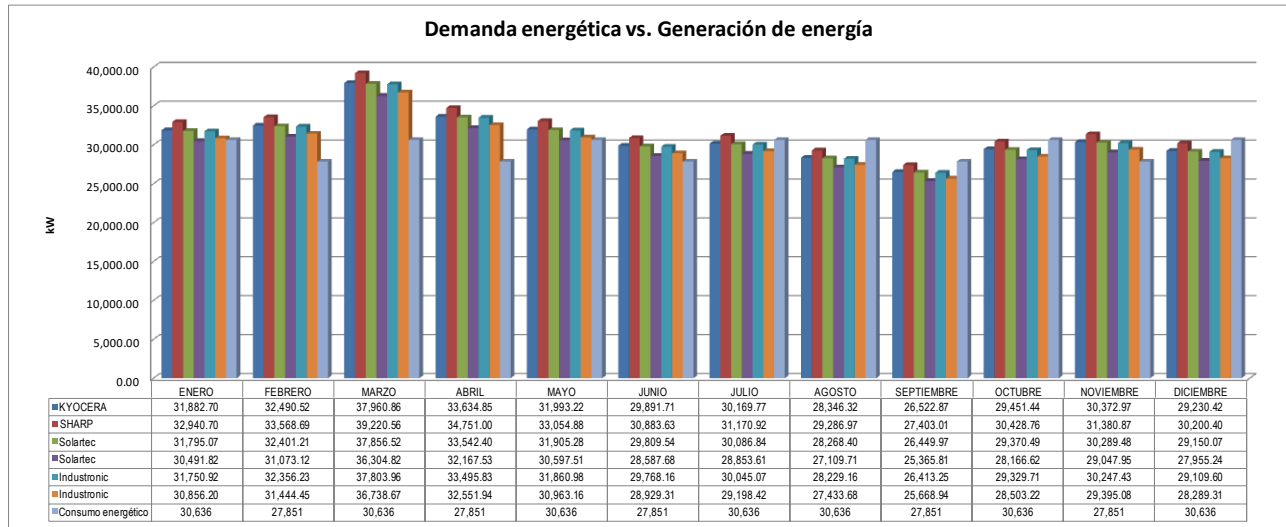


Tabla 55 Comparación de generación de energía por panel fotovoltaico.

La demanda energética (color azul claro), según el mes de generación, está compensada con la generación de energía del campo fotovoltaico, se recomienda que se disminuya un 15% a 20% el campo fotovoltaico con el fin de reducir costos de implementación y que se pague un pequeño porcentaje por servicio de suministro de energía.

Tercer escenario

Se propone además del proyecto de eficiencia energética, hacer el ajuste en la generación de energía eléctrica, siendo así que en el año se genere sólo lo que consume el edificio, con un rango mínimo de excedente, de tal manera que el sistema generará el 100% del consumo del edificio con un mínimo de excedente el cual se perderá al cumplirse el ciclo anual ante la CFE, reduciendo el costo de inversión inicial en implementación de energías renovables.

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CON AJUSTES Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

Tabla de comparación de paneles fotovoltaicos

Marca	KYOCERA	SHARP	Solartec	Solartec	Industronic	Industronic
Modelo	KD250	ND-R250A5	S60MC-250	S60MC-260	250 W	260 W
Potencia Pico (Pp)	250.022	250.29	249.8472	259.9744	252.5396	262.4681
Paneles conectados en serie	8	8	7	7	7	7
Paneles conectados en paralelo	9	9	9	9	9	9
Total de paneles instalados	72	72	63	63	63	63
Área de captación por panel (m ²)	1.645	1.642	1.627	1.627	1.670	1.670
Área de captación por módulo (m ²)	118.47	118.23	102.49	102.49	105.21	105.21
Tensión (V)	238.40	247.20	216.72	219.52	215.32	215.39
Corriente (A)	75.51	72.90	72.63	74.61	73.89	76.77
Potencia (W)	18,001.58	18,020.88	15,740.37	16,378.39	15,909.99	16,535.49
Peso de panel (kg)	18.60	19.00	20.50	20.50	19.00	19.00
Peso total por modulo (kg.)	1,339.20	1,368.00	1,291.50	1,291.50	1,197.00	1,197.00
Watts * cm ²	1.519	1.524	1.536	1.598	1.512	1.572
Superficie total de huerto solar (m ²)	2,369.50	2,364.61	2,357.35	2,254.86	2,419.83	2,314.62
No. De paneles totales	432	432	441	378	378	378
Generación Hora Pico (kW)	180.016	198.230	188.884	180.162	206.830	181.890
No. De módulos a instalar	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
No. De módulos sugeridos	6.00	6.00	7.00	6.00	6.00	6.00
Generación Hora Pico (kW)	108.01	108.13	110.18	98.27	95.46	99.21

Tabla 56 Comparación de paneles fotovoltaicos (Tercer escenario).

En este modelo de implementación se consideran las medidas y acciones de eficiencia energética y prácticas en el buen uso de la energía, así como el generar la cantidad de energía lo más próxima al a la demanda, sin que existan excedentes, de tal manera que no habrá pérdidas de energía producida y económicas.

Ahorro estimado a valor futuro

Marca	KYOCERA	SHARP	Solartec	Solartec	Industronic	Industronic
Modelo	KD250	ND-R250A5	S60MC-250	S60MC-260	250 W	260 W
Ahorro / vida del panel	\$10,815,031.37	\$10,815,031.37	\$10,815,031.37	\$10,815,031.37	\$10,815,031.37	\$10,815,031.37
Costo de inversión inicial + Reinversión	\$7,840,993.01	\$7,848,704.27	\$8,159,473.43	\$7,192,314.88	\$7,005,131.22	\$7,255,097.99
Ahorro real (Costo de inversión inicial + Mantn. - Ahorro por generación)	\$2,974,038.35	\$2,966,327.09	\$2,655,557.94	\$3,622,716.49	\$3,809,900.15	\$3,559,933.38
	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO

PERIODO DE RETORNO DE INVERSIÓN

Años	18	20	20	19	19	19
Días	14.58	14.95	1.10	11.53	1.73	14.81

Tabla 57 Comparación para la implementación de paneles fotovoltaicos con medidas de eficiencia energética.

El Periodo de Retorno de Inversión se estima entre el 17vo. año y 20vo. año de implementación, con un déficit porcentual del 26.37% entre la demanda y la generación de energía, el costo económico de implementación está en el promedio de \$ 6,243,453.63 y el ahorro económico real por implementación se encuentra en el rango de \$ 2,769,072.51 por vida del equipo.

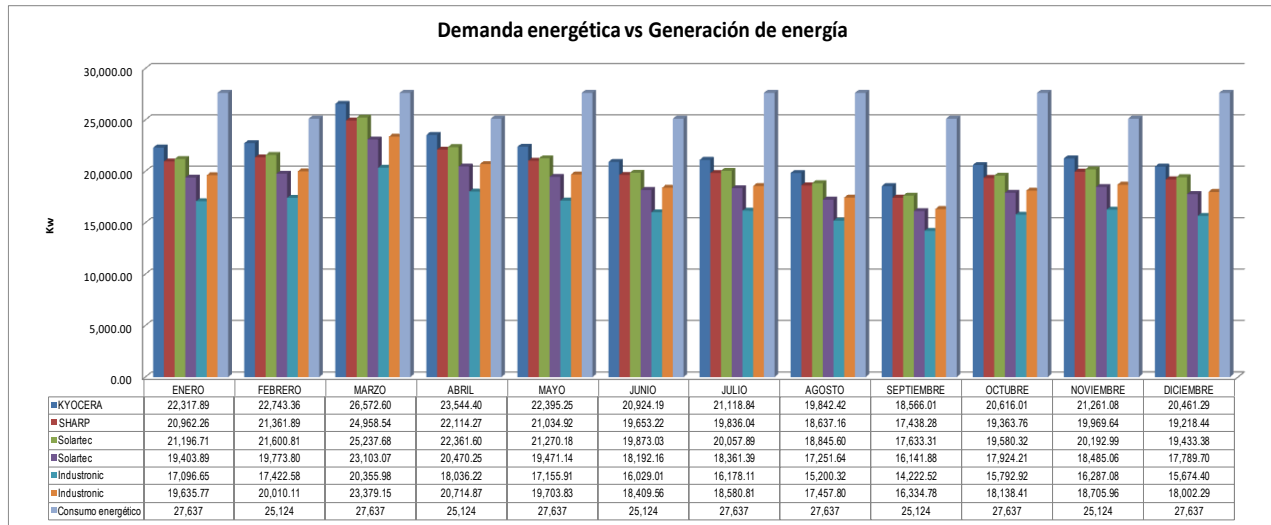


Tabla 58 Comparación de generación de energía por panel fotovoltaico.

La inversión inicial no es tan alta, se obtiene un periodo de retorno de inversión antes de los veinte años, con un ahorro real que permite la reinversión y con estas mediciones obtenemos los siguientes beneficios ambientales.

Marca	Modelo de panel	Mitigación de Gases de Efecto Invernadero (GEI), por generación de energía verde al año	Mitigación de Gases de Efecto Invernadero (GEI), por generación de energía verde por vida del panel
Kyocera	KD250	115.86 T on CO ² e	2,896.54 T on CO ² e
SHARP	ND-R250A5	108.82 T on CO ² e	2,720.60 T on CO ² e
Solartec	S60MC-250	110.04 T on CO ² e	2,751.03 T on CO ² e
Solartec	S60MC-260	100.73 T on CO ² e	2,518.35 T on CO ² e
Industronic	250 W	88.76 T on CO ² e	2,218.90 T on CO ² e
Industronic	260 W	101.94 T on CO ² e	2,548.44 T on CO ² e

Tabla 59 Comparación de mitigación de gases de efecto invernadero por panel fotovoltaico.



Implementación de Sistema de Generación de Energía Calorífica

Se propone implementar colectores solares para la obtención de energía calorífica, la cual será conducida al nivel de la planta de acceso y alimentará a los espacios cerrados exclusivamente, ya que estos espacios carecen de iluminación natural durante el día por encontrarse en la planta baja y son los espacios que registran más bajas temperaturas en el edificio.

El sistema de calefacción es conocido como calefacción por suelo radiante, se instala un radiador a base de un tubo de pvc flexible en manera de serpentín, el cual se deberá de separar entre cada conducto a una distancia de 15 cms. a 20 cms., colocándose previamente un aislante térmico que evite la convección del calor a través de la losa y transmita el calor a través del piso flotante.

Pasos para establecer

1. Se deberá de considerar el nivel de calefacción a proyectar para establecer la separación de la tubería entre si y la cantidad de colectores necesarios para su implementación.
2. Se estima que serán necesarios instalar 418 m², cantidad que cubriría la totalidad de los espacios en planta baja.
3. Se debe de determinar los metros lineales de radiador por m² del área de calefacción.
4. Se determina la cantidad de agua caliente por m² del área de calefacción.

ml * m2	litros por m2
7.566667	13.1277
5.8	10.0627

5. Se determina la cantidad de colectores solares que requiere el sistema de calefacción según corresponda por la separación de la tubería en radiador.

m2 por termotanque		No. Colectores		Costo de implementación
		cálculo	redondeo	
12.5688	m ²	33.2665066	34	\$709,604.48
16.3972	m ²	25.4994368	26	\$542,638.72



6. Se deberá de calcular el costo de implementación, costo de reinversión y costo de mantenimiento con una temporalidad de 25 años.

LITROS DE Gas L.P. para calentar 40 litros	Número de capacidad de boiler / cap termolanque	Cantidad de Gas LP ahorrado al día por COLECTOR	Cantidad de kilos de Gas LP ahorrado al día por SISTEMA	Cantidad de litros de Gas LP ahorrado al día por SISTEMA	Costo del Gas LP (MES DE ABRIL)		Ahorro económico diario por implementación		Ahorro económico anual por implementación		Costo de inversión inicial	Costo total de Sistema a 25 años de uso
					KG	LT	KG	LT	KG	LT		
1.4	4.125	5.775	106.06	196.35	\$14.53	\$7.85	\$1,540.99	\$1,540.99	\$194,164.98	\$197,246.97	\$709,604.48	\$2,128,813.44
1.4	4.125	5.775	81.10	150.15	\$14.53	\$7.85	\$1,178.41	\$1,178.41	\$148,479.11	\$150,835.92	\$542,638.72	\$1,627,916.16

7. Se deberá de estimar el beneficio económico por implementación, se considera el costo del gas L.P. a valor futuro con una temporalidad de 25 años.

PERIODO DE RETORNO DE INVERSIÓN		Metros cuadrados por sistema	Costo por m2	Ahorro económico acumulado por vida de sistema (25 años)
AÑOS	DÍAS			
8	61.53	71.06	\$9,985.99	\$7,995,200.49
7	24.40	54.34	\$9,985.99	\$8,496,097.77

8. En adelante se considerará el sistema con 34 colectores solares instalados por ser el sistema que en menor tiempo puede elevar la temperatura interna de los espacios señalados.
9. El sistema se considera con una inversión inicial y el costo de dos sustituciones de sistema completo para tener una temporalidad de 25 años, ya que el sistema tiene un tiempo de vida recomendado por el fabricante de 10 años.
10. La inversión total del sistema con reinversión es de \$ 2,128,813.44 Pesos M.N.

Costo paramétrico de una obra en restauración.

Se debe de determinar el costo de obra en restauración para conocer la viabilidad económica y factibilidad tecnológica del proyecto integral de restauración, para poder estimar este costo se consideró tres ejemplos de costo de obra en restauración con valores establecidos por una institución y valores de mercado, estos costos son de obras similares que no requirieron de una restructuración del edificio a restaurar, al reestructurar un edificio el costo se eleva y depende de varios factores que si se consideran, hacen muy específica la labor de restauración, lo cual compromete el valor real de la restauración.

Concepto	Costo por m ²	Planta Baja		Primer nivel		Segundo Nivel		m ² construidos totales	Costo de obra
		m ² espacios cerrados	Circulaciones	m ² espacios cerrados	Circulaciones	m ² espacios cerrados	Circulaciones		
Proyecto de Restauración	\$347.40	1,291.16		1,023.49		1,096.12		3,410.77	\$1,184,910.49
Costo de restauración de espacios cerrados	\$11,942.31	551.50		686.13		707.23		1,944.86	\$23,226,114.64
Costo de restauración de circulaciones	\$5,258.35		739.66		337.36		388.89	1,465.91	\$7,708,265.41
Subtotal									\$32,119,290.54

El costo paramétrico por metro cuadrado de ejecución de obra en restauración debe de separar los espacios cerrados y las circulaciones, ya que las acciones de intervención en ambos casos son diferentes ó se asemejan en algunos tipos de materiales pero no en sus componentes generales, por esta razón se separan.

Donde:

	m ²	Costo	Totales
Espacios cerrados	1,944.86	\$11,942.31	\$23,226,114.64
Circulaciones	1,465.91	\$5,258.35	\$7,708,265.41
Costo de proyecto	3,410.77	\$347.40	\$1,184,910.49
Costo total de intervención			\$32,119,290.54

El proyecto integral de intervención deberá de contar con los costos de proyecto e implementación de los sistemas de eficiencia energética y generación de energía.

Costo de obra en restauración	\$32,119,290.54
Costo de E.E. Y E.R.	\$15,996,253.28
Porcentaje de incremento	49.80%
Costo de proyecto integral de Restauración	\$48,115,543.82

Costo por m2 en Proyecto integral de restauración **\$14,106.94**

Costo paramétrico sin eficiencia energética y energías renovables	\$9,417.02 m ²
Costo paramétrico con eficiencia energética y energías renovables	\$14,106.94 m ²
Porcentaje de incremento total al proyecto de restauración	33.25%



Concepto	Costo por m ²	Planta Baja		Primer nivel		Segundo Nivel		m ² construidos totales	Costo de obra
		m ² espacios cerrados	Circulaciones	m ² espacios cerrados	Circulaciones	m ² espacios cerrados	Circulaciones		
Proyecto de Restauración	\$347.40	1,291.16		1,023.49		1,096.12		3,410.77	\$1,184,910.49
Costo de restauración de espacios cerrados	\$11,942.31	551.50		686.13		707.23		1,944.86	\$23,226,114.64
Costo de restauración de circulaciones	\$5,258.35		739.66		337.36		388.89	1,465.91	\$7,708,265.41
Subtotal									\$32,119,290.54
Proyecto de eficiencia energética	\$85.11							3,410.77	\$290,295.71
Costo de obra de eficiencia energética	\$3,333.00							3,410.77	\$11,368,096.41
Costo de sustitución de luminarias	\$136.11							3,410.77	\$464,240.90
Subtotal									\$12,122,633.02
Proy. de implementación de campo FV	\$149.00							407.03	\$60,648.14
Costo de implementación Fotovoltaico	\$7,450.15							407.03	\$3,032,407.19
Subtotal									\$3,093,055.33
Proyecto de implementación de energía solar térmica	\$998.60							71.06	\$70,960.45
Costo de implementación de colectores solares	\$9,985.99							71.06	\$709,604.48
Subtotal									\$780,564.93
Gran total									\$48,115,543.82

Se puede observar que el costo de obra en restauración sin las medidas de eficiencia energética y de implementación de energías renovables es de **\$32,119,290.54** pesos M.N., en cambio el costo de obra en restauración integral es de **\$48,115,543.82** pesos M.N., con un incremento de **33.09%**. El costo del proyecto integral de restauración de un inmueble de valor patrimonial se incrementa un promedio del **33.25% del valor total de la obra**, pero se puede observar que el ahorro económico por utilizar las medidas de eficiencia energética y la implementación de energías renovables, obtendremos beneficios económicos, fiscales y ambientales.

Costo de proyecto de restauración integral.

Este costo estará integrado por diferentes disciplinas, las cuales elaborarán el proyecto de restauración bajo los principios de eficiencia energética, ahorro y generación de energía, es un trabajo transdisciplinario, en donde las diferentes profesiones aportan su expertise en favor de un bien común, se vuelve un problema complejo, ya que se deben de crear un lenguaje común entre los involucrados para que todos entiendan los mismos conceptos bajo las mismas reglas. Se calculan los costos por elaboración de proyecto bajo los aranceles aplicables a la Infraestructura Física Educativa, Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa (INIFED) y del Manual para la aplicación del arancel para el pago de honorarios profesionales de Proyectos arquitectónicos, Estructurales y de Ingeniería de la UNAM.⁶²

⁶² Fuentes: Aranceles aplicables a la Infraestructura Física Educativa, INIFED, www.inifed.gob.mx

Manual para la aplicación del arancel para el pago de honorarios profesionales de Proyectos arquitectónicos, Estructurales y de Ingeniería DGO y C de la UNAM

Datos del proyecto

Proyecto de Restauración

S = Superficie total a proyectar

$\$/m^2$ = Costo ponderado por m^2 de construcción

$$CO = S \times \$/m^2 \times 80\%$$

$$S = 3,410.77$$

$$\$/m^2 = \$9,069.62$$

$$= \$7,255.69$$

$$CO = \mathbf{\$30,934,380.05}$$

Factores de cálculo

$$FS = 0.57 \text{ Factor de Superficie}$$

$$FE = 0.1 \text{ Factor de Especialidad}$$

$$FC = 1.2 \text{ Factor de complejidad}$$

$$FA = 0.56 \text{ Factor de Alcance de proyecto}$$

Donde:

H = Honorarios

CO= Costo directo de Obra

FS = Factor de Superficie

FC = Factor de complejidad

FE = Factor de Especialidad

FA = Factor de Alcance de proyecto

$$H = CO \times FS \times FC \times FE \times FA$$

$$H = \$1,184,910.49$$

$$\text{Costo de proyecto de Restauración} = \mathbf{\$1,184,910.49}$$

$$\text{Costo de proyecto de restauración por } m^2 = \$347.40$$

$$\text{Costo de obra de restauración por } m^2 = \$9,069.62$$

Datos del proyecto

Proyecto de Ingeniería Eléctrica

S = Superficie total a proyectar

$\$/m^2$ = Costo ponderado por m^2 de construcción

CO = $S \times \$/m^2 \times 80\%$

S = 3,410.77

$\$/m^2$ = \$3,333.00

\$2,666.40

CO = **\$11,368,096.41**

Factores de cálculo

FS = **0.57** Factor de Superficie

FE = **0.08** Factor de Especialidad

FA = **0.56** Factor de Alcance de proyecto

Donde:

H = Honorarios

CO = Costo directo de Obra

FS = Factor de Superficie

FC = Factor de complejidad

FE = Factor de Especialidad

FA = Factor de Alcance de proyecto

$$H = CO \times FS \times FC \times FE \times FA$$

H = \$290,295.71

Costo de proyecto de I.E. = **\$290,295.71**

Costo de proyecto de restauración por m^2 = \$85.11

Costo de obra de restauración por m^2 = **\$2,999.70**



Datos del proyecto

Proyecto de Colectores solares (Termosolar)

S = Superficie total a proyectar

\$/m² = Costo ponderado por m² de construcción

$$CO = S \times \$m^2 \times 80\%$$

$$S = 3,410.77$$

$$$/m^2 = \$208.05$$

$$\$166.44$$

$$CO = \mathbf{\$709,604.48}$$

Factores de cálculo

$$FS = \mathbf{0.57} \text{ Factor de Superficie}$$

$$FE = \mathbf{0.08} \text{ Factor de Especialidad}$$

$$FA = \mathbf{0.56} \text{ Factor de Alcance de proyecto}$$

Donde:

H = Honorarios

CO= Costo directo de Obra

FS = Factor de Superficie

$\mathbf{FC =}$ Factor de complejidad

FE = Factor de Especialidad

FA= Factor de Alcance de proyecto

$$H = CO \times FS \times FC \times FE \times FA$$

$$H = \$18,120.46$$

$$\text{Costo de proyecto de Termosolar} = \mathbf{\$18,120.46}$$

$$\text{Costo de proyecto de restauración por m}^2 = \$5.31$$

$$\text{Costo de obra de por m}^2 = \$187.24$$



Costo de supervisión de obra

H= Honorarios
 CP= Costo del proyecto
 Fd= Factor de dirección
 FA= Factor de alcance de proyecto
 Ff= Factor de servicios foráneos

$$H = (CP)(Fd)(FA)(Ff)$$

CP= \$30,934,380.05
 Fd= 0.25 (Dirección es = 25%)
 FA= 0.85
 Ff= 1

H= \$6,573,555.76 21.25%

H= \$983,713.29 con iva

H= 3.18%

\$157,394.13

H= **\$826,319.16**

Costos económicos de elaboración de proyecto			
Concepto	SIN I.V.A.	CON I.V.A.	Porcentaje (%)
Costo de proyecto de Restauración	\$1,184,910.49	\$1,374,496.17	51.08%
Costo de proyecto de ingeniería	\$290,295.71	\$336,743.02	12.51%
Costo de proyecto termo solar	\$18,120.46	\$21,019.73	0.78%
Costo de supervisión	\$826,319.16	\$958,530.23	35.62%
Subtotal	\$2,319,645.82		
I.V.A.	\$371,143.33		
Gran Total	\$2,690,789.15	\$1,732,258.93	100.00%

En relación con el costo de la obra de restauración integral quedan los siguientes parámetros.



Costos económicos			
Concepto	SIN I.V.A.	CON I.V.A.	Porcentaje (%)
Costo de proyecto de Restauración	\$1,184,910.49	\$1,374,496.17	2.43%
Costo de obra en restauración	\$30,934,380.05	\$35,883,880.85	63.44%
Costo de proyecto de ingeniería	\$290,295.71	\$336,743.02	0.60%
Costo de obra de ingeniería eléctrica	\$11,368,096.41	\$13,186,991.84	23.31%
Costo de sustitución de luminarias	\$400,904.47	\$465,049.18	0.82%
Costo de implementación de campo FV	\$3,032,407.19	\$3,517,592.34	6.22%
Costo de proyecto termo solar	\$18,120.46	\$21,019.73	0.04%
Costo de obra de termosolar	\$709,604.48	\$823,141.20	1.46%
Costo de supervisión	\$826,319.16	\$958,530.23	1.69%
Subtotal	\$48,765,038.42		
I.V.A.	\$7,802,406.15		
Gran Total	\$56,567,444.56	\$56,567,444.56	100.00%

Costo de obra en restauración sin implementaciones en eficiencia energética y energías renovables

El mantenimiento de los edificios de valor patrimonial es de un costo alto si se compara con un edificio de creación reciente, esto se debe a su conformación, los materiales empleados, el sistema constructivo con el que se realizó, la mano de obra calificada que se requiere, los tratamientos que se necesitan para poder volver al estado original al inmueble, se suma a esto que las instalaciones fueron agregadas al inmueble ya que estas cumplen con funciones y necesidades que fueron incorporándose al uso del edificio durante su vida.

Esto ha ocasionado que estas instalaciones ya cuenten con más de 25 años de servicio, en su mayoría son obsoletas y presentan fallas en su funcionamiento, ocasionando gastos económicos excedentes.

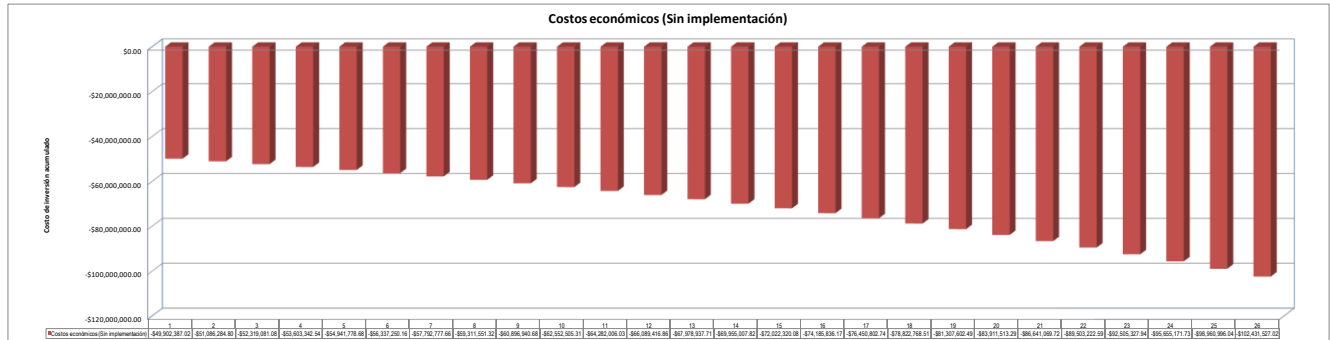
Se definen los costos en restauración y mantenimiento de un edificio de valor patrimonial.

PROYECTO DE RESTAURACIÓN SIN IMPLEMENTACIONES													
Costo Paramétrico de obra	Costo por m ² en Restauración	Metros cuadrados totales de Restauración	Costo económico de restauración	Costo por m ² en Manto Mayor	Metros cuadrados en manto Mayor	Costo total en Mantenimiento o mayor	Costo por m ² en Manto Medio	Metros cuadrados en manto Medio	Costo total en Mantenimiento medio	Costo por m ² en Manto Menor	Metros cuadrados en manto Menor	Costo total en Mantenimiento menor	Costo total en Mantenimiento Preventivo
Obra de restauración	\$9,417.02	3,410.77	\$32,119,290.54	\$7,040.16	3,410.77	\$24,012,381.61	\$4,430.71	3,410.77	\$15,112,126.20	\$1,986.05	3,410.77	\$6,773,958.37	\$1,605,964.53

Costo de obra de restauración	\$32,119,290.54 pesos M.N.
Costo estimado de mantenimiento mayor	\$24,012,381.61 pesos M.N.
Costo estimado de mantenimiento medio	\$15,112,126.20 pesos M.N.
Costo estimado de mantenimiento menor	\$ 6,773,958.37 pesos M.N.
Costo estimado de mantenimiento preventivo	\$ 1,605,964.53 pesos M.N.

El costo de mantenimiento de un edificio de valor patrimonial se va acumulando en el transcurso del tiempo, ya que se suman:

1. Inversión inicial del proyecto de restauración
2. Costo por servicio de suministro de energéticos
3. Costos de mantenimiento
4. Costo de pago de atribuciones y obligaciones fiscales



El costo acumulado con una temporalidad de 25 años es de **\$ 102,431,527.02 pesos M.N.**

Costo de obra en restauración Integral

Al implementar medidas de eficiencia energética y energías renovables se obtiene un beneficio económico por ahorro y generación de energía, también se obtienen beneficios fiscales al reducir según sea el caso, el pago en las atribuciones y obligaciones en impuestos fiscales.

Beneficios fiscales

La **Ley Federal sobre monumentos y zonas arqueológicas, artísticas e históricos**, modificada el 28 de enero de 2015, dice:

ARTICULO 11.- Los propietarios de bienes inmuebles declarados monumentos históricos o artísticos que los mantengan conservados y en su caso los restauren, en los términos de esta ley, podrán solicitar la exención de impuestos prediales correspondientes, en la jurisdicción del Distrito Federal, con base en el dictamen técnico que expida en instituto competente, de conformidad con el reglamento.

En el **Código Fiscal del Distrito Federal** se establecen beneficios fiscales en los Artículos 276 y 277, por la implementación de medidas de ahorro energético y/o implementación de energías renovables o mitigación de gases de efecto invernadero (GEI) y manejo de residuos sólidos.

ARTÍCULO 276.- *Las personas físicas o morales que para coadyuvar a combatir el deterioro ambiental, realicen actividades empresariales de reciclaje o que en su operación reprocesen parte de sus residuos sólidos generados, tendrán derecho a una reducción en el Impuesto sobre Nóminas, en los términos siguientes:*

- I. *Del 20%, cuando reprocesen o reciclen sus residuos sólidos, de un 33% hasta 44%;*
- II. *Del 30%, cuando reprocesen o reciclen sus residuos sólidos, de un 45% hasta 59%, y*
- III. *Del 40% cuando reprocesen o reciclen sus residuos sólidos, de un 60% hasta 100%.*

Para la obtención de la reducción a que se refiere este artículo, los contribuyentes deberán presentar una constancia expedida por la Secretaría del Medio Ambiente, resultado de la acreditación de su Programa de Autorregulación y Auditoría Ambiental, en la que se señale el porcentaje de residuos sólidos que reprocesen o reciclen y el monto total de la inversión efectuada para llevar a cabo las actividades motivo de la reducción.

ARTÍCULO 277.- *Las empresas o instituciones que cuenten con programas comprobables de mejoramiento de condiciones ambientales tendrán derecho a una reducción respecto del Impuesto Sobre Nóminas, en los términos siguientes:*

- I. *Del 20%, cuando disminuyan sus condiciones normales de operación de un 30% hasta 44%;*
- II. *Del 30%, cuando disminuyan sus condiciones normales de operación de un 45% hasta 59%, y*
- III. *Del 40%, cuando disminuyan sus condiciones normales de operación de un 60% hasta 100%.*

Tratándose de acciones relacionadas con el consumo de agua potable, combustible o energía eléctrica, o minimización o manejo adecuado de residuos mediante rediseño de empaques y embalajes y/o la utilización de materiales biodegradables y/o fácilmente reciclables, se deberá acreditar disminuir el valor original determinado antes de la aplicación del programa de Autorregulación y Auditoría Ambiental, además de precisar el tipo de acciones que realizan y los beneficios que representan para mejorar el medio ambiente.⁶³

Las empresas industriales o de servicios ubicadas en el Distrito Federal que adquieran, instalen y operen tecnologías, sistemas, equipos y materiales o realicen acciones que acrediten prevenir o reducir las emisiones contaminantes establecidos por las normas oficiales mexicanas y las ambientales para el Distrito Federal, podrán obtener una reducción respecto del Impuesto Predial, en los términos siguientes:

⁶³ Código Fiscal del Distrito Federal, *Publicado en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el martes 29 de diciembre de 2009. Última reforma publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 29 de enero de 2015.*

- I. Del 10%, cuando adquieran, instalen y operen tecnología, sistema, equipos y materiales que reduzcan sus emisiones contaminantes de un 30% hasta 39%;
- II. Del 15%, cuando adquieran, instalen y operen tecnología, sistema, equipos y materiales que reduzcan sus emisiones contaminantes de un 40% hasta 49%, y
- III. Del 20%, cuando adquieran, instalen y operen tecnología, sistema, equipos y materiales que reduzcan sus emisiones contaminantes de un 50% hasta 100%.

Las empresas o instituciones a que se refiere este artículo, para efectos de las reducciones, deberán presentar una constancia expedida por la Secretaría del Medio Ambiente, en la que se precise, resultado de la acreditación de su programa de autorregulación y auditoría ambiental, el tipo de programas que realizan y los beneficios que representan para mejorar el medio ambiente, así como la tecnología que aplican para fomentar la preservación, restablecimiento y mejoramiento ambiental del Distrito Federal, o bien, con la que se acredite que realizan las actividades a que se refiere el párrafo segundo de este artículo. Además para la reducción del Impuesto Predial se deberá presentar la evaluación de emisiones de contaminantes correspondiente.

Primer paso

Establecer el nivel de reducción de consumo energético y mitigación de gases GEI. El estudio de la estimación de la reducción de consumo energético nos dice que en:

1. Energía eléctrica reducimos el 98.46% el consumo
2. Energía promedio proveniente de una fuente convencional consumida al año es de 2,009.73
3. Se genera energía eléctrica en promedio al año en 118,876.29 kWh
4. En consumo de gas se reduce en un 70% el consumo
5. Se deja de emitir gases de efecto invernadero por no utilizar energías convencionales 2,368.57 Ton CO²e

Segundo paso

Determinar los beneficios económicos y fiscales obtenidos por implementaciones.

1. Dedución del impuesto predial (Ley Federal de Monumentos Arqueológicos, Artísticos e Históricos, Artículo 11)
2. Reducción al Impuesto predial (Código Federal del Distrito Federal, Artículo 277).
3. Reducción del impuesto sobre nómina del 40% (Código Federal del Distrito Federal, Artículo 277) por instalación de tecnología.
4. Dedución del 100 % de la inversión inicial (Ley del ISR Artículo 32 fracción XXVI), en un solo ejercicio fiscal.
5. El Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO), ofrece un financiamiento hasta del 49% del costo de inversión inicial en un Sistema solar.



Tercer paso

Determinar el beneficio económico obtenido por generación de energía.

Durante el tiempo de vida del sistema (25 años)	
Costos de implementación	Costos acumulados

Restauración integral

Proyecto de restauración	\$32,119,290.54
Proyecto de ingeniería	\$290,295.71
Proyecto termosolar	\$18,120.46
Supervisión de obra	\$826,319.16
Subtotal	\$33,254,025.87

Costos de implementación

Campo fotovoltaico	\$3,032,407.19
Instalación termosolar	\$709,604.48
Sistema eléctrico con eficiencia energética	\$11,769,000.88
Subtotal	\$15,511,012.55
Total de implementación	\$48,765,038.42

Ahorros	
Ley Federal de Monumentos y zonas arqueológicas, artísticos e históricos, Artículo 11 (Exención de impuesto predial de \$ 188,326.82)	\$4,708,170.51
Impuesto Predial anual (Reducción por implementación 50%), Artículo 277, No aplica esta Ley al entrar el artículo 11 de la Ley de monumentos	\$0.00
Reducción de impuesto de nomina (40%), Artículo 277, el impuesto anual es de \$ 191,903.90	\$1,919,039.04
Deducción de 100% en adquisición de Paneles solares Artículo 32 fracción XXVI	\$3,032,407.19
Financiamiento FIRCO por implementación en energías Renovables (49%)	\$1,833,585.72
Ahorro por generación de energía	\$9,699,706.15
Ahorro en consumo de gas	\$4,854,124.62
Subtotal	\$26,047,033.24

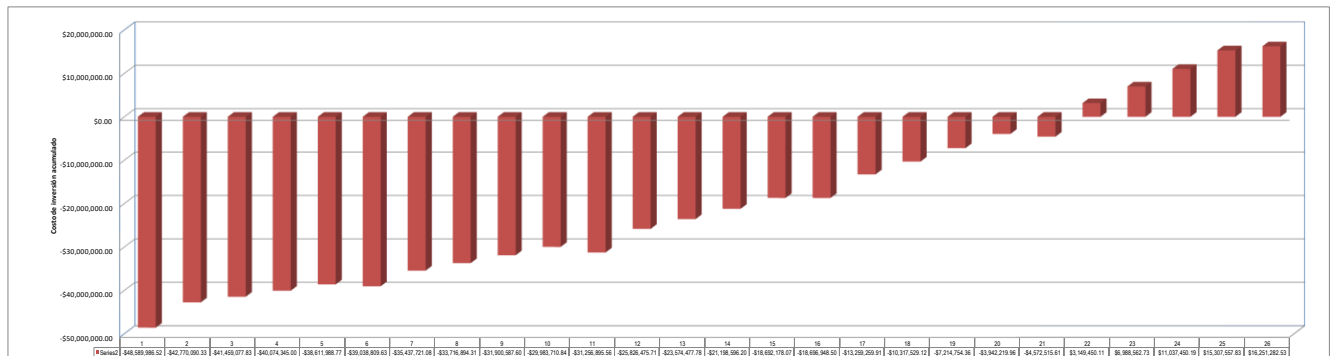
Costos por mantenimiento	
Costo por mantenimiento preventivo	\$6,186,876.01
Costo de reinversión en energías renovable	\$1,720,773.66
Subtotal	\$7,907,649.67



Los ahorros por implementación en energías renovables acumulados en el tiempo de vida útil de los sistemas (25 años) nos dan por resultado \$ 26,047,033.24 pesos M.N.

Primer escenario

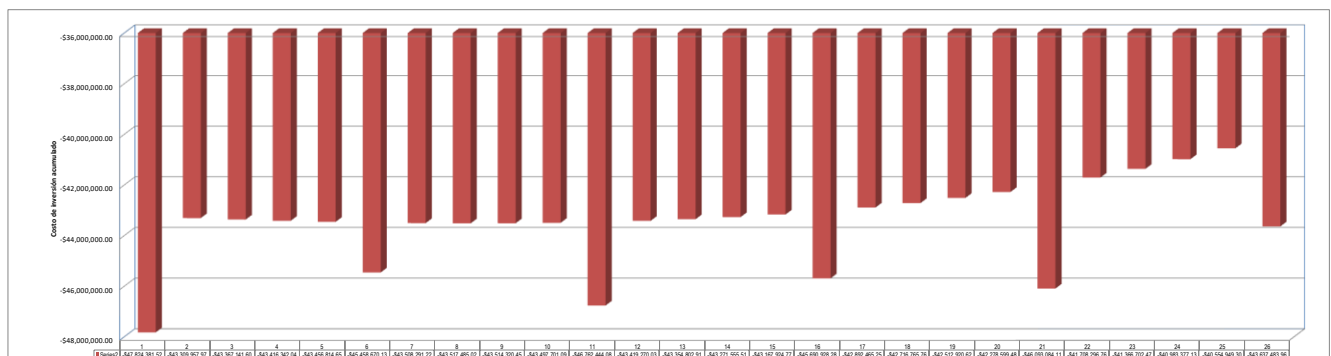
Existe el periodo de retorno de inversión en el año 22, se consideran la inversión de la restauración, proyecto de eficiencia energética, sustitución de luminarias, implementación de campo fotovoltaico y colectores solares, más los beneficios fiscales.



El superávit económico es de \$ 16,251,282.53 M.N. en 25 años en relación al tiempo de vida de los equipos de energías renovables y los beneficios que conllevan. Se incluyen los costos de reinversión en los sistemas de energías renovables.

Segundo escenario

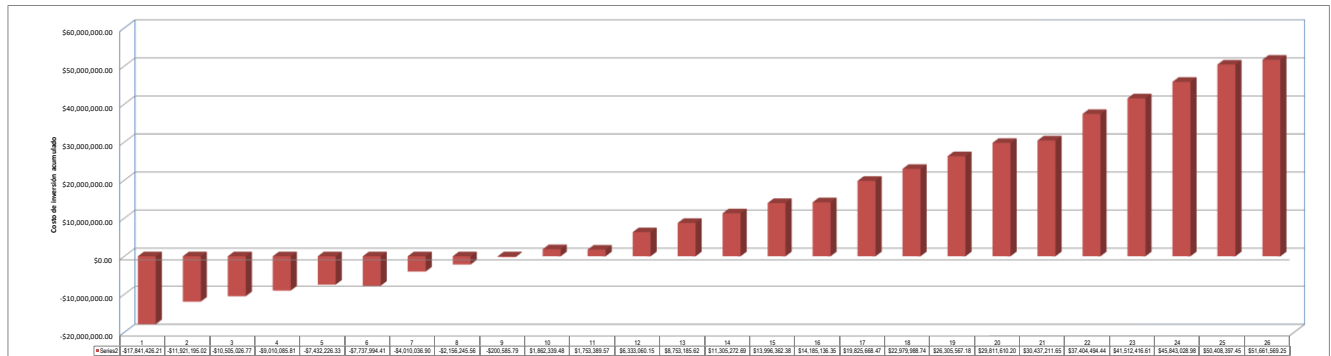
No hay periodo de retorno de inversión, al permanecer en la tarifa 3, el costo de la energía no es suficiente incentivo para obtener el retorno de inversión.



El déficit económico es de \$ 10,084,477.13 M.N.

Tercer escenario

En el caso de no considerar el costo de inversión de la obra de restauración y sólo considerar los beneficios por ahorro y generación de energía más los fiscales, sí se puede obtener un periodo de retorno de inversión atractivo para la inversión.



Se obtiene el periodo de retorno de inversión en el noveno año de implementación con un superávit de \$ 51,661,569.23 pesos M.N. en donde ya se ha incluido el costo de mantenimiento y pago de servicios .

El proyecto de restauración integral incluye las reinversiones en:

1. Sistema Fotovoltaico de Generación de energía (Inversores)
2. Sistema de generación de energía calorífica (3 inversiones completas de colectores solares)
3. Costos de mantenimiento preventivo (4 aplicaciones)
4. Se obtiene un beneficio económico de \$ 7,359,926.60 pesos M.N., para reinversión en equipos de generación de energía.

Beneficios Ambientales

- I. Mitigación de gases de efecto invernadero por no utilizar energías convencionales 2,548.44 Ton CO₂e durante el periodo de 25 años.
- II. Durante un año un bosque sano puede absorber 200 toneladas de dióxido de carbono (CO₂), lo que produce 200 créditos de carbono, la implementación del campo fotovoltaico es igual a plantar 12.75 hectáreas de bosque sano.
- III. Mitigación en la contaminación de suelo, aire y agua al no producir desechos y contaminantes por generación de energía.

Beneficios Sociales

- I. Reducción en enfermedades respiratorias en la población al mitigar gases de efecto invernadero al no hacer uso de energías convencionales.
- II. Ahorro en los presupuestos en materia de salud que se destinan a enfermedades respiratorias.
- III. Activación de la economía y generación de empleos derivados de la industria verde.

Conclusiones

1. Este tipo de proyecto de restauración es aplicable a edificios de valor patrimonial que no deba intervenir la estructura, para que pueda existir un beneficio económico.
2. El proyecto de restauración integral contempla la inversión inicial, la reinversión en equipos de generación de energía y al ser restaurado por completo el inmueble, se invierte en mantenimientos preventivos programados, que evitarán el deterioro del edificio.
3. Los edificios de valor patrimonial al ser restaurados con un proyecto integral, deberán de establecer un programa de concientización del habitador para el uso eficiente de la energía, con lo que se podrá alcanzar las metas y objetivos establecidos.
4. Se cumple la hipótesis al existir un periodo de retorno de inversión.
5. El monitoreo de los consumos energéticos debe ser permanente.
6. Se deben de integrar programas de sustitución de tecnologías por tecnologías más eficientes durante los periodos de reinversión.
7. El proyecto de restauración integral propicia a los dueños de los inmuebles a invertir en la preservación y conservación de la memoria tangible de la nación. El inmueble ya no se ve como un gasto, si no como una inversión.

El propósito de esta investigación es poder establecer un modelo de inversión para la conservación de los edificios con valor patrimonial, ayudar a la preservación de la memoria tangible y crear un modelo que beneficie al dueño de un edificio patrimonial, para que obtenga beneficios económicos.

El restaurador tiene la labor de preservar el patrimonio que le pertenece a su sociedad, el ego del arquitecto queda desechado y su sentido de criterio es elevado a la expresión más noble del ser humano, el de crear para los demás el bienestar sin pensar en el bien propio, en donde la contribución de la conservación es el punto focal de toda acción y el sentido de pertenencia en lo colectivo.

El amor y el interés puesto en los inmuebles de valor patrimonial me ha hecho consiente que no sólo el valor ornamental, la importancia dentro de la sociedad o el tipo de los materiales son el “todo” del edificio, lo que es importante y de gran valor, es su historia, que se vuelve intangible ante los ojos del ignorante de ella, al preservar y conservar a estos testigos, uno contribuye a que las futuras generaciones sepan la grandeza de este país.

Recomendaciones y observaciones

El estudio previo a una obra de restauración integral se debe basar en los siguientes puntos.

Condiciones del sitio.

Orientación. Se hace una medición en el sitio para identificar la orientación de las fachadas y su ángulo de radiación en las mismas, incluyendo la quinta fachada o cubierta.

Vientos dominantes. Se mediará la dirección de los vientos dominantes con respecto a la orientación del edificio con el fin de poder aprovechar la ventilación natural.

Medición térmica. Se debe de realizar una medición de la temperatura dentro de los locales y registrar su ubicación, orientación, por nivel, indicando la fecha en que se elaboró el registro.

Precipitación pluvial. Este registro permitirá resolver el uso del agua pluvial, su almacenaje y uso final.

Asoleamiento. El registro se deberá de hacer durante un año para poder determinar los ángulos de incidencia solar sobre la quinta cubierta esta condición determina el ángulo idóneo de los equipos que funcionan con la incidencia solar sobre superficies de captación, el ángulo de cubiertas a utilizar para protección solar y la altura en caso de ser necesario la implementación una cubierta escudo para crear una protección solar.

Condiciones edilicias

Fábricas. Registro del material utilizado en el proceso constructivo del edificio, identificando el material primigenio del elemento.

Proceso constructivo. Registro del proceso y materiales utilizados en la conformación del edificio, determinando cual es el material primario hasta llegar al acabado final del elemento arquitectónico estudiado.

Identificación de materiales de aislamiento. Se deben de identificar por orientación de fachada a aquellos materiales que propicien un aislamiento hídrico y/o térmico a los espacios que pertenezcan al proyecto original, con la razón de reintegrarlos o sustituirlos según sea el caso, con el espíritu de volver al estado original del inmueble.

Orientación de fábricas en fachada. Este registro permitirá en el proceso del proyecto de restauración hacer las debidas precauciones al tomar una acción en la modificación o integración de nuevos elementos en las fachadas.

Ventilación natural dentro de los espacios internos. Se debe de realizar un balance energético, el cual debe de calcularse con la primicia de un bajo consumo energético en el uso de la ventilación mecánica, se recomienda que el consumo por esta acción no exceda el 30% del consumo energético total del edificio y entre menor sea es mejor para la temporalidad de las actividades humanas realizadas dentro del edificio. La ventilación natural no es solamente hacer ventanas en las fachadas, también se pueden hacer conductos de ventilación vertical u horizontal según lo permita las condiciones edilicias.

Protección solar. Según la orientación del edificio se deberán de proteger a aquellas fachadas que estén expuestas a la incidencia solar de manera directa, en el caso de la Ciudad de México, se deben de proteger los vanos que estén sobre la fachada sur, protegiendo esta superficie con un escudo que tenga una inclinación de 19°, con el fin de poder proteger de manera perpendicular a los rayos solares en verano pero permitiendo en invierno que penetren al edificio, de esta manera se calentará el espacio en la época fría y se obtendrá una sombra en la época caliente del año.

Uso de aislamientos naturales en los muros. Con el fin de que sean materiales que permitan la transpiración del vapor de agua en época de lluvia y evitar el uso de materiales que emitan cualquier tipo de gas tóxico.

Captación de agua pluvial. Se estudiará según las condiciones de precipitación pluvial el mejor uso al que pueda destinarse la captación, desde la inyección directa al terreno, hasta el almacenaje para uso de muebles sanitarios y/o riego de áreas verdes. No se utilizará en actividades humanas o que tengan algún tipo de contacto.

Condiciones energéticas de operatividad.

Operatividad energética. Se debe de realizar un monitoreo de las condiciones de uso de la energía del edificio en operación, con el fin de hacer un registro de cómo opera y que materiales, equipos y sistemas son utilizados para el funcionamiento del edificio, con el fin de elaborar un programa de actividades en el cambio de operación del sistema eléctrico. Se debe de saber cuánta energía eléctrica se consume y en que se utiliza la energía.

Consumo energético en proporcionar confort. En el caso de que se utilicen equipos que proporcionen calor, frío o ayuden a la circulación de aire, se hará un registro del tipo de equipos y su consumo energético, con el fin de sustituirlos según sea el caso por equipos más eficientes o eliminarlos.

Estudio de implementación sistemas de generación de energía. En base a los registros previos realizados se valorará el tipo de tecnología renovable a emplear que responda a las necesidades que haya arrojado el estudio, se podrá instalar equipos que generen energía eléctrica ó calórica o ambas para suplir a las energía provenientes de una fuente convencional.

Monitoreo. Es necesario contar con un monitoreo del comportamiento de la energía, tanto la que se consume de una fuente convencional como la generada, con el fin de saber cuánto es el gasto energético y el ahorro económico real.

Generación de energía eléctrica. Se recomienda que la generación de energía eléctrica no sea menor al 30% del consumo energético.

Generación de energía calórica. Se recomienda que se utilice sistemas pasivos para la generación de calor y sea inyectado a los espacios por convección y no por inyección.

Condiciones en la práctica en el buen uso de la energía.

Programa de mantenimiento. A través de un cronograma se determinarán las fechas de mantenimiento preventivo, limpieza de los equipos, mantenimientos correctivos, mantenimientos de sustitución de equipos por desgaste de uso y plazos de reinversiones económicas a equipos.

Programa de sustitución de equipos por equipos de alta eficiencia energética. Se realizará un estudio para determinar el equipo o sistema a sustituir después de haber llegado a la vida útil del mismo, se obtendrá a través de las fichas técnicas y un estudio de idoneidad técnica de los equipos para la determinación del equipo o sistema idóneo según las características y necesidades que se estipulen en ese momento.

Programa de concientización del personal operativo. Se debe de hacer un cronograma en el cual se esté reforzando el buen uso de la energía y su consumo hacia el usuario del edificio, en el cual se fijarán metas de ahorro en el consumo energético y el uso eficiente de los equipos o sistemas.

Programa de registro de cambios o sustituciones de equipos. El registro sistemático de las acciones de sustitución nos apoyará para obtener mejoras en la práctica del buen uso de la energía, con ello las acciones subsecuentes tendrán un fundamento y cumplirán con la meta establecida en los programas anteriores.

Observaciones

Se recomienda que se modifiquen las leyes federales en cuestión de generación de energía y que la Comisión Federal de Electricidad no sea dueña en su totalidad de la energía eléctrica, para que sea rentable el implementar equipos de generación de energía eléctrica, con los siguientes puntos:

1. El kilowatt de energía convencional deje de estar subsidiado.
2. El kilowatt generado de una fuente renovable sea por lo menos un 20% más alto que el generado por una fuente convencional.
3. El kilowatt verde tenga un valor económico y no energético como en lo presentan en la ley vigente.
4. Deben de existir más estímulos fiscales y puedan ser acumulables, siendo así, se podrán generar proyectos rentables a menores periodos de retorno de inversión.
5. Involucrar a las instituciones bancarias en los proyectos de inversión e implementación de energías renovables.
6. Incentivar a los proyectos de implementación de energías renovables con beneficios en las tasas bancarias para poder invertir en proyectos de fuentes renovables.
7. Crear mecanismos de inversión y reinversión con empresas que fabriquen equipos de generación de energía, con el fin de hacer más asequibles económicamente los equipos.
8. Crear un fondo verde, las empresas o instituciones que invierten en la implementación de las energías renovables, deberán de obtener bonos verdes que garanticen la inversión, es decir, un respaldo económico que permita al inversionista tener una tasa por debajo de la tasa de interés bancaria en el caso de implementación por primera vez y que permita el ahorro para la reinversión de sus equipos o sistemas con una tasa mayor a la que ofrecen los bancos, con el fin que sea atractivo para el inversionista, el poder ingresar en el banco el ahorro económico que se obtiene al tener un ahorro energético.

El fondo verde puede ser auspiciado por los bonos de carbono, en México el costo del bono de carbono es de 5 a 12 dólares por ser un país voluntario, el costo de un bono de carbono en un país en donde está obligado a mitigar las emisiones de GEI es de un costo es un aproximado de 30 a 40 dólares.

Glosario de términos y abreviaturas

A

Aislamiento

1. Material no conductor que se utiliza en un conductor para separar los materiales conductores de un circuito.
2. Material no conductor que se utiliza en la fabricación de cables aislados.

Alumbrado general interior.

1. La iluminación que se localiza en los espacios interiores de un edificio, destinada a iluminar uniformemente las diferentes áreas dentro del mismo.

Amper, Amperio (A).-

1. Unidad que expresa el flujo de una corriente eléctrica. Un amperio es la corriente que produce una diferencia de tensión de un voltio en una resistencia de un ohmio; Una corriente eléctrica que circula a una velocidad de un culombio por segundo.

Amperio hora (Ah)

1. Uso de un amperio durante una hora.

Ampliación.

1. Cualquier cambio en el edificio que incrementa la superficie construida y/o el área alumbrada.

Área abierta.

1. Superficie o espacio construido delimitado por un perímetro que carece de envolvente estructural alguna.

Área cubierta.

1. Superficie o espacio construido delimitado por un perímetro que tiene envolvente estructural al menos en su cara superior (techo) y no forzosamente debe tener envolvente estructural en las caras laterales (paredes).

Área verde recomendada por la Organización Mundial de la Salud (OMS)

1. Cada habitante en un área conurbada deberá de tener de 9 a 16 metros cuadrados de área verde.

Armónico

1. Componente sinusoidal de la tensión (o de la corriente) cuya frecuencia es múltiplo de la frecuencia de la onda fundamental. Los armónicos son esencialmente el resultado de los equipos electrónicos actuales. La electrónica de hoy en día se ha diseñado para absorber corriente en forma de "pulsos" en vez de hacerlo suavemente en forma sinusoidal, como lo hacían los antiguos equipos que no eran electrónicos. Estos pulsos producen formas de onda de corriente distorsionada, lo cual a su vez produce una distorsión de la tensión. Los armónicos de la tensión y de la corriente pueden provocar problemas como el calentamiento excesivo en el cableado, las conexiones, los motores y los transformadores y pueden producir un disparo aleatorio de los interruptores automáticos.

B

Balance de carbono

1. Es el equilibrio de los intercambios (ingresos y pérdidas) de carbono entre las reservas de carbono o entre un bloque concreto del ciclo del carbono (atmósfera-biosfera). Un examen del balance de carbono de una reserva o depósito puede proporcionar información aproximadamente si este está funcionando como una fuente o sumidero de dióxido de carbono.

Se considera como un balance neto de todos los GEI expresados en CO₂ equivalente calculando todas las emisiones (fuentes y sumideros) con la atmósfera de interfaz y el cambio neto en las existencias de Carbono (biomasa, suelo...). Puede realizarse a diferentes escalas, localmente para una inversión, una institución o globalmente para una región, cadena de valor, país o planeta.

Balance energético

1. La atmósfera es clave en el mantenimiento del equilibrio entre la recepción de la radiación solar y la emisión de radiación infrarroja. La atmósfera devuelve al espacio la misma energía que recibe del Sol. Esta acción de equilibrio se llama balance energético de la Tierra y permite mantener la temperatura en un estrecho margen que posibilita la vida. En un periodo de tiempo suficientemente largo el sistema climático debe estar en equilibrio, la radiación solar entrante en la atmósfera está compensada por la radiación saliente. Pues si la radiación entrante fuese mayor que la radiación saliente se produciría un calentamiento y lo contrario produciría un enfriamiento. Por tanto, en equilibrio, la cantidad de radiación solar entrante en la atmósfera debe ser igual a la radiación solar reflejada saliente más la radiación infrarroja térmica saliente. Toda alteración de este balance de radiación, ya sea por causas naturales u originado por el hombre (antropogénico), supone un cambio de clima y del tiempo asociado.

Bono de carbono

1. Se denominan bonos de carbono a las Reducciones Certificadas de Emisiones de Gases Efecto Invernadero o CERs, por su sigla en inglés Certified Emission Reductions. El CER es la unidad que corresponde a una tonelada métrica de dióxido de carbono equivalente. Los CERs se generan en la etapa de ejecución del proyecto; y se extienden una vez acreditada dicha reducción. Son créditos que se transan en el Mercado del Carbono. Para cumplir con sus metas de reducción de emisiones, los países desarrollados pueden financiar proyectos de captura o abatimiento de estos gases en otras naciones -principalmente en vías de desarrollo-, acreditando tales disminuciones como si hubiesen sido hechas en territorio propio, abaratando significativamente los costos de cumplimiento.

Bosque sano

1. En un bosque sano crecen muchos tipos diferentes de árboles, jóvenes y viejos, de diferentes especies. Un bosque sano incluso tiene troncos en el suelo y árboles en pie que están muertos, llamados tocones. Esto hace posible la biodiversidad de otras especies que se alimentan de los desechos de los árboles o de los animales y plantas que interactúan.
2. Se caracterizan por que la mayoría de sus individuos son árboles jóvenes que producen oxígeno y sintetizan el dióxido de carbono, siendo de esta manera productivos, cuando un bosque cuenta con la mayoría de árboles adultos, estos sólo consumen oxígeno y no lo producen, esto es un bosque enfermo. 18 millones de árboles en un año retiran aproximadamente 73 mil 899 toneladas de contaminantes entre gases nocivos, plomo.

C

Caída de tensión

1. Pérdida de tensión en un circuito cuando circula la corriente.

Cátodo

1. Electrodo negativo que emite electrones o iones negativos y hacia el cual se mueven los iones positivos, o se acumulan en un elemento voltaico u otro dispositivo del mismo tipo.
2. Polo negativo de una batería.

Capacidad

1. Relación entre la carga que se le aplica a un conductor y el correspondiente cambio de tensión.
2. Relación entre la carga en cualquiera de los conductores de un condensador y la diferencia de tensión entre ambos.
3. Propiedad de adquirir carga eléctrica.

Carga eléctrica.

1. Potencia que demanda, en un momento dado, un aparato o máquina o un conjunto de aparatos de utilización conectados a un circuito eléctrico. La carga eléctrica puede variar en el tiempo dependiendo del tipo de servicio.

Carga total conectada para alumbrado.

1. Es la suma de la potencia en watts, de todos los luminarios y sistemas de iluminación permanentemente instalados dentro de un edificio, para iluminación general, de acento, localizada, decorativa, etc., incluyendo la potencia del balastro

Cerramiento:

1. Elemento constructivo del edificio que lo separa del exterior, ya sea aire, terreno u otros edificios. En definitiva, cubierta, lucernarios, muros, suelos, ventanas, etc.

CEE

1. Comisión Internacional de Reglamentos para la aprobación de equipos eléctricos. Agencia regional europea de seguridad en la que participa Estados Unidos como mero observador.

Condensador

1. Dispositivo eléctrico que posee capacidad.

Conductividad

1. Capacidad de un conductor de transportar electricidad, normalmente expresada como porcentaje de la conductividad de un conductor del mismo tamaño de cobre suave

Conductor

1. Cable o combinación de cables adecuados para transportar una corriente eléctrica. Los conductores pueden estar aislados o desnudos.
2. Todo material que permite a los electrones fluir a través de él.

Contador de amperios hora

1. Contador de electricidad que mide y registra la integral, en relación al tiempo, de la corriente de un circuito al que está conectado.

Corriente Directa (CC o CD)

1. Corriente eléctrica que fluye en una sola dirección.

Cultivo forestal

1. Es una plantación de especies vegetales arbóreas de interés comercial, alineadas, de la misma edad y por regla general alóctonas de la zona, ya que se encuentran fuera de su área geográfica natural. Su condición de cultivo ya define su naturaleza productora de bienes materiales, siendo secundarios los demás aspectos. Por lo general se sitúan en terrenos que históricamente se han empleado en la producción agropecuaria, como pueden ser antiguos prados, huertas y cultivos de regadío en márgenes de ríos y en suelos de vega, entre otros.

2. Área de cultivo de especies arbóreas de una misma edad destinadas a un objetivo o servicio definido por el hombre, una hectárea de cultivo de álamos aproximadamente y según el tipo de plantación del cultivo (tresbolillo, cuadrado o rectángulo) podrá albergar de 800 a 950 individuos, cada individuo adulto (4 a 5 años) absorbe aproximadamente al día 10 kilogramos de ozono al día, es decir de 8 a 9.5 toneladas de ozono, una persona promedio respira por día 600 gramos de oxígeno, el árbol que produce más oxígeno brinda 60 gramos por día, es decir se requieren 10 árboles por persona.

D

Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA)

1. Índice de la carga conectada para alumbrado por superficie de construcción; se expresa en W/m².
2. Cantidad de energía o potencia eléctrica que se requiere para iluminar un espacio o área determinada con un nivel en la intensidad de luz requerida según el uso o actividad que se realice.

E

Edificio

1. El término edilia y su masculino edilicio son empleados en nuestro idioma a la hora de tener que referirse a todo aquello propio o vinculado a los edificios y también a la construcción de los mismos.
2. En tanto, por edificio, se refiere a aquella construcción fija, realizada a partir de materiales hiper resistentes y que está destinada al albergue de personas, animales, cosas o para la práctica de actividades laborales. Es decir, el edificio puede utilizarse como vivienda o en su defecto como espacio laboral. Cabe destacarse que también existen edificios que combinan ambos fines y disponen entonces de apartamentos para que resida una familia y asimismo para que una empresa lo use como oficina.

Eficacia

1. Es la relación entre el flujo luminoso total emitido por una fuente y la potencia total consumida, expresada en lumen por watt (lm/W).

Eficiencia energética

1. Es la que persigue obtener el máximo rendimiento de la energía consumida, a través del establecimiento de valores límite de la DPEA sin menoscabo del confort psicofisiológico de sus ocupantes. (Según Normas Oficiales Mexicanas)
2. Práctica que tiene como objeto reducir el consumo de energía. La eficiencia energética es el uso eficiente de la energía, de esta manera optimizar los procesos productivos y el empleo de la energía utilizando lo mismo o menos para producir más bienes y servicios. Dicho de otra manera, producir más con menos energía. No se trata de ahorrar luz, sino de iluminar mejor consumiendo menos electricidad.
3. Relación entre los productos y servicios finales obtenidos y la cantidad de energía consumida para su obtención y se puede mejorar a través de medidas de inversión a nivel tecnológico, de gestión y en hábitos de consumo.

Emisiones de carbono

1. Las emisiones de CO₂ causadas por el hombre son los medios de transporte que utilizan derivados del petróleo como combustible, también están las grandes industrias y fábricas, aunque se estima que la contaminación atmosférica que producen los vehículos es mayor. Por el lado de la naturaleza, las mayores emisiones de CO₂ se dan cuando hay incendios forestales, y también durante erupciones volcánicas.

El dióxido de carbono atmosférico (CO₂) es absorbido por los árboles mediante la fotosíntesis, y es almacenado en forma materia orgánica (biomasa-madera). El CO₂ regresa a la atmósfera mediante la respiración de los árboles y las plantas, y por descomposición de la materia orgánica muerta en los suelos (oxidación). Estima el Banco Mundial que emite en promedio una persona al año 3.9 Ton/CO₂ al año y un bosque sano absorbe al año por hectárea 2.6 Ton/CO₂ es decir que se requieren de 1.5 hectáreas por persona

Energía gris

1. Energía gris, energía incorporada o energía cautiva es un concepto de contabilidad ambiental más que de física; hace referencia a la cantidad de energía consumida en todas las fases del ciclo de un producto, material o servicio.

Energía fotovoltaica

1. En un semiconductor expuesto a la luz, un fotón de energía arranca un electrón, creando a la vez un hueco en el átomo excitado. Normalmente, el electrón encuentra rápidamente otro hueco para volver a llenarlo, y la energía proporcionada por el fotón, por tanto, se disipa en forma de calor. El principio de una célula fotovoltaica es obligar a los electrones y a los huecos a avanzar hacia el lado opuesto del material en lugar de simplemente recombinarse en él: así, se producirá una diferencia de potencial y por lo tanto tensión entre las dos partes del material, como ocurre en una pila.

Envolvente

1. Conformada por los elementos que separan el interior y el exterior de un espacios arquitectónico, se reconocen por su orientación las fachadas y se nombra como quinta fachada la techumbre o cubierta, también se considera la cimentación como parte de la envolvente.

Envolvente térmica

1. Materiales utilizados en el proceso constructivo de la edificación de las fachadas y cubiertas que aportan un beneficio térmico al interior del espacio arquitectónico para lograr un confort térmico según la zona geográfica del objeto arquitectónico.
2. Se compone de los cerramientos del edificio que separan los recintos habitables del ambiente exterior y las particiones interiores que separan los recintos habitables de los no habitables que a su vez estén en contacto con el ambiente exterior.

Equipo permanentemente instalado.

1. Equipo que está fijo en un lugar y que no es portátil o móvil.

F

Factor de cresta

1. Relación entre el valor máximo y el valor eficaz. Representa el rango de entrada en el que un comprobador mantiene el funcionamiento lineal, expresado con un múltiplo del valor de fin de escala del rango que se esté utilizando. Factor de cresta = Valor máximo/Verdadero valor eficaz rms. Para onda sinusoidal, factor de cresta = $141/100 = 1,41$.

Factor de potencia

1. La relación de energía consumida (vatios) frente al producto de tensión de entrada (voltios) por la corriente de entrada (amperios). En otras palabras, el factor de potencia es el porcentaje de energía que se utiliza en comparación con el flujo de energía que discurre por el cableado.

Al añadir condensadores al sistema se modifica el efecto inductivo de las bobinas del balastro, convirtiendo un sistema de factor de potencia normal (NPF) en un sistema de alto factor de potencia (HPF).

Frecuencia

1. En sistemas de corriente alterna, velocidad a la que la corriente cambia de dirección, expresada en hercios (ciclos por segundo); Medida del número de ciclos completos de una forma de onda por unidad de tiempo.

G

Gases de efecto invernadero (GEI)

1. Los gases de efecto invernadero producen en la atmósfera la absorción y emisión de la radiación del calor proveniente del sol dentro del rango infrarrojo de la luz. Este proceso es la fundamental causa del efecto invernadero. Los principales GEI en la atmósfera terrestre son el vapor de agua, el dióxido de carbono, el metano, el óxido de nitrógeno y el ozono. Su origen puede ser natural como el metano o antropogénico como son los gases de clorofluorcarbonos (CFC) y compuestos clorados provenientes de aerosoles, refrigeración, compuestos electrónicos y óxido nitroso y hexafluoruro de azufre.

H

Hercio (Hz)

1. Unidad de frecuencia igual a un ciclo por segundo.
2. En corrientes alternas, el número de cambios de los ciclos positivo y negativo por segundo.

Huella de carbono

1. Es un certificado en él se que miden las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) que se realizan en la cadena de producción de bienes, desde la obtención de materias primas hasta el tratamiento de desperdicios, pasando por la manufacturación y el transporte.
2. Cálculo a través del cual se mide el impacto del ser humano en su entorno, de manera directa e indirecta, se calcula el dióxido de carbono que se emite a la atmósfera producida por las actividades humanas.

Huella ecológica

1. Indicador del impacto ambiental generado por la demanda humana que se hace de los recursos existentes en los ecosistemas del planeta, relacionándola con la capacidad ecológica de la Tierra de regenerar sus recursos. Este indicador se refiere a la cantidad de hectáreas que se necesitan para producir los bienes y servicios que se consumen, además de la superficie que se requiere para absorber los desechos que se generan⁶⁴, en México la huella ecológica se estima de 3.27 hectáreas per capita⁶⁵ siendo el tercer lugar en Latinoamérica.
2. Indicador que expresa el área de territorio ecológicamente productivo, pastos, bosques, cultivos, que se necesita para producir los recursos utilizados y para asimilar los residuos producidos por una población. Es decir, es un indicador que facilita la medición del impacto que tiene un modo de vida determinado sobre el planeta y que además nos da una idea de la biocapacidad que ostenta el mismo, un indicador clave a instancias de la sostenibilidad.
- 3.

⁶⁴ Doctor Víctor Luis Barradas Miranda, Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México.

⁶⁵ Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Diario Excelsior, 22/04/2016.

I

IEC

1. Comisión Electrotécnica Internacional.

Iluminación de acento.

1. Iluminación dirigible para enfatizar un objeto particular o alguna característica de una superficie o para llamar la atención hacia alguna porción del campo visual.

Iluminación decorativa.

1. La que proporciona un nivel y/o color diferente al de la iluminación general, con propósitos de embellecimiento de algún local o superficie.

Iluminación general.

1. Ver alumbrado general interior.

Iluminación localizada.

1. Iluminación dirigida hacia un área o superficie específica, que proporciona iluminación suficiente para la ejecución de una actividad.

Iluminancia.

1. Es la luminosidad en un punto de una superficie, se define como el flujo luminoso que incide sobre un elemento de la superficie dividido por el área de ese elemento. La iluminancia esta expresada en lux (lx).

Inductancia

1. Propiedad de un circuito por la cual un cambio de la corriente da lugar a una fuerza electromotriz. Componente magnética de la impedancia.

J

K

Kilo

1. Prefijo que implica multiplicar por mil el valor correspondiente.

Kilowatt, kilovatio (kW).-

1. m. Electr. Unidad de potencia equivalente a 1000 vatios. (Símb. kW).

Kilowatt hora, kilovatio hora (kWh).-

1. m. Electr. Unidad de trabajo o energía equivalente a la energía producida o consumida por una potencia de 1 kilovatio durante 1 hora.

Kilowatt pico, kilovatio pico (kWp).-

1. m. Electr. Unidad de potencia pico, es la máxima que genera un panel o conjunto de paneles en las horas de máxima insolación: 1000 w/m² (energía incidente por metro cuadrado) y a 25° C de temperatura ambiente.

Kilovatio Amperio (kVA)

1. Potencia aparente expresada en mil Voltio-Amperios.

2. El Kilovoltio-Amperio designa la potencia de salida que puede generar un transformador a tensión y frecuencia nominales sin superar un aumento de temperatura determinado.

L

Ley de Ohm

1. $U=IR$; $I=U/R$; $R=U/I$; U = Tensión aplicada a un circuito, I = corriente que circula por un circuito y R = resistencia del circuito. La ley de Ohm se utiliza para calcular la caída de tensión, las corrientes de fallo y otras características de un circuito eléctrico.

LED

1. Light Emitting Diode, Diodo de emisión de luz

Línea de fuga

1. La distancia más corta entre dos conductores, medida a lo largo del dispositivo que los separa. La línea de fuga es normalmente un parámetro para el diseño de aislantes y boquillas aislantes.

Luminario.

1. Equipo de iluminación que distribuye, filtra o controla la luz emitida por una lámpara o lámparas y el cual incluye todos los accesorios necesarios para fijar, proteger y operar estas lámparas y los necesarios para conectarlas al circuito de utilización eléctrica.

Luminario de acento.

1. El que se emplea para iluminación de acento.
2. Equipo de iluminación puntual decorativa que establece un punto focal para asentar un ornamento o lugar específico.

Lumen

1. Unidad de flujo luminoso del Sistema Internacional, de símbolo lm, que equivale al flujo luminoso emitido por un foco puntual de 1 candela de intensidad en un ángulo sólido de 1 estereorradián.

Lux

1. Unidad de intensidad de iluminación del Sistema Internacional, de símbolo lx, que equivale a la iluminación de una superficie que recibe normal y uniformemente un flujo luminoso de 1 lumen por metro cuadrado.

M

Modificación eléctrica.

1. Cualquier cambio en el edificio en el que se incremente la carga total de alumbrado.

N

Norma Oficial Mexicana (NOM)

1. Son las regulaciones técnicas que contienen la información, requisitos, especificaciones, procedimientos y metodología que permiten a las distintas dependencias gubernamentales establecer parámetros evaluables para evitar riesgos a la población, a los animales y al medio ambiente.

Ñ

O

Ohmio (Ω)

1. Unidad de resistencia eléctrica que se define como la resistencia de un circuito con una tensión de un voltio y un flujo de corriente de un amperio.

P

Peinado eléctrico

1. Medida o modificación en el acomodo de la instalación eléctrica que permite un mejor desempeño de la misma, en la cual se corrigen conexiones o conducciones del cableado eléctrico.

Periodo de Retorno de Inversión

1. Instrumento que permite medir el plazo de tiempo que se requiere para que los flujos netos de efectivo de una inversión recuperen su costo o inversión inicial.
2. Plazo temporal para recuperar la inversión económica de una implementación tecnológica en el que se obtiene un beneficio económico.

Potencia aparente (voltio-amperios)

1. Producto de la tensión y la corriente aplicada en un circuito de corriente alterna. La potencia aparente, o voltio-amperios, no es la potencia real del circuito ya que en el cálculo no se considera el factor de potencia.

Q

R

S

Sistema de alumbrado.

1. Conjunto de equipos, aparatos y accesorios que ordenadamente relacionados entre sí, contribuyen a suministrar iluminación a una superficie o un espacio.

Sistema de alumbrado de emergencia independiente.

1. Es aquel conjunto de equipos y aparatos para alumbrado diseñado para entrar en funcionamiento si falla el sistema de suministro de energía eléctrica. El término independiente se refiere a la autonomía de este sistema de alumbrado con respecto al sistema de alumbrado de operación normal y continua.

Sostenibilidad.-

1. adj. Que se puede sostener. Opinión, situación sostenible.
2. adj. Especialmente en ecología y economía, que se puede mantener durante largo tiempo sin agotar los recursos o causar grave daño al medio ambiente. Desarrollo, economía sostenible.

Sustentabilidad.-

1. Un proceso es sostenible cuando ha desarrollado la capacidad para producir indefinidamente a un ritmo en el cual no agota los recursos que utiliza y que necesita para funcionar y no produce más contaminantes de los que puede absorber su entorno. ⁶⁶

⁶⁶ Organización de las Naciones Unidas (ONU), Comisión Mundial de Ambiente y Desarrollo (WCED, World Comisión of Environment and Development), Río de Janeiro 1992, Earth Summit donde se consolida la acción de las Naciones Unidas en relación con los conceptos relacionados con el medioambiente y el desarrollo sustentable. De dicha conferencia se acuerdan 27 principios relacionados con la Sustentabilidad que se materializan en un programa mundial conocido como Agenda 21.

2. adj. Que se puede sustentar o defender con razones.

T

Tierra

1. Término eléctrico que indica conexión a tierra.
2. Conexión conductora, ya intencionada o accidental, por la que un circuito o equipo eléctrico se conecta a tierra o a cualquier otro cuerpo conductor de electricidad que pueda sustituir a la tierra.

U

V

Vatio-hora

1. Unidad de trabajo igual a la potencia de un vatio funcionando durante una hora.
2. 3.600 julios.

Voltio

1. Unidad de fuerza electromotriz. Potencial eléctrico necesario para producir un amperio de corriente a través de una resistencia de un ohmio.

W

Watt

1. Con mediciones de corriente alterna, la potencia eficaz (medida en vatios) es igual al producto de la tensión por la corriente y por el factor de potencia (el coseno del ángulo de fase entre la corriente y la tensión). $\text{Vatios} = V * I * \text{COS}(f)$. Un vatio es una unidad de potencia que tiene en cuenta los voltios y los amperios y que es igual a la potencia en un circuito por el que circula una corriente de un amperio con una diferencia de tensión de un voltio. $\text{Vatios} = E * I * \text{COS}(f)$. Un vatio es una unidad de potencia que tiene en cuenta los voltios y los amperios y que es igual a la potencia en un circuito en el que circula una corriente de un amperio con una diferencia de voltaje de un voltio.
2. Un julio/segundo.

X

Y

Z

Bibliografía

1. Arroyo Zambrano Tania Isabel (2012), Tesis: Colecta de agua pluvial como medida para el aprovechamiento sustentable de la energía y reducción de emisiones de CO²e.
2. Benítez Fernando, Historia de la Ciudad de México, Editorial Salvat, 1984, ISBN 968-32-0200-4
3. Brown G.Z., Sol, Luz y Viento, Editorial Trillas, ISBN 968-24-4753-4
4. Código Fiscal del Distrito Federal 2013.
5. Cuadernos de Arquitectura Virreinal, Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México, ISSN 0185-8572
6. Dagoberto Burgos Flores, Clicerio Rivas Unzueta (2008), El Síndrome de los edificios enfermos: Causas y Alternativas de Solución, Causantes de patologías por problemas de mantenimiento, operación e Higiene, EPISTEMUS, Ciencia, Tecnología y Salud, Universidad de Sonora
7. De Jesús González., (2009), La Influencia de la Sustentabilidad en el Mercado Inmobiliario, Instituto Politécnico Nacional, ESIA-TEC. Recuperado a partir de: <http://hdl.handle.net/123456789/4020>.
8. Diccionario de la Lengua Española, Real Academia Española, Vigésima segunda edición, disponible en: <http://lema.rae.es/drae>., fecha de consulta en la red: 28/04/2013.
9. Estrategia Nacional de Energía 2013-2027, Secretaría de Energía
10. Gobierno del Distrito Federal (GDF), Coordinación del Uso Eficiente de la Energía (2009), Plan de Acción para el Ahorro y Uso Eficiente de Energía en el Distrito Federal, Pp. 107.
11. Gonzalo Roberto - Habermann Karl J., Energy - Efficient Architecture, 2006, Editorial Birkhäuser, ISBN-10: 3-7643-7253-2
12. Gunter Pauli, La Economía Azul, Editorial TusQuest, quinta edición, ISBN 978-607-421-254-9
13. Guzowsky Mary, Energía Cero, Estética y tecnología con estrategias y dispositivos de ahorro y generación de energía alternativos, 2010, Editorial Blume, ISBN 978-84-9801-480-8.
14. Holger Watter, Nachhaltige Energiesysteme, Editorial Vieweg+Teubner, ISBN 978-3-8348-0742-7.
15. Huidobro Moya José Manuel, Millán Tejedor Ramón J., Domótica, Edificios Inteligentes, Editorial LIMUSA-Noriega, ISBN 978-968-18-6851-2.
16. Jardón U. Juan J., Energía y Medio Ambiente, Editorial Plaza y Valdés, primera edición, ISBN 968-856-417-6.
17. Lacomba R., Ambriz J., Aznar T., Fuentes V., Galván A., García J., Girón H., Guerrero L., Gutiérrez S., Olivares N., Romero H. y Romo C.,(2012), Arquitectura Solar y Sustentabilidad, Editorial Trillas, Pp. 519.
18. Moreno Donoso Carlos (2012), Tesis: Centro de investigación de eficiencia energética en sistemas interiores: Propuesta arquitectónica para la sección energía y sustentabilidad, Recuperado a partir de: <http://www.tesis.uchile.cl/handle/2250/112578>.
19. Prado Núñez Ricardo, Procedimientos de Restauración y Materiales, Editorial Trillas.
20. Prospectiva del Sector Eléctrico 2010-2026, Secretaría de Energía.
21. Rincón Alvarado, Natalia Margarita (2009), Tesis: Centros históricos, espacios sociales para un nuevo esquema urbano. No. De registro 001-00161-R5-2009.
22. Ruiz Covarrubias Elisa, (2011) Tesis: Edificios Históricos Sustentables, Universidad Nacional Autónoma de México.



23. Secretaría de Educación del Gobierno del Distrito Federal, Crónica de sus delegaciones, 2007
24. Seifried Dieter, Witzel Walter, (2009) Renewable Energy, The Facts, Editorial Earthscan, ISBN 978-1-84971-160-9.
25. Suárez Pareyón Alejandro, (2009) Seminario Permanente de Investigación “Centro-Periferia”
26. Tovar de Teresa Guillermo, La Ciudad de los Palacios, 1992, Editorial Fundación Cultural Televisa, ISBN 968-6285-16-7, Obra completa 3ra edición.
27. Vélez González Roberto, La Ecología en el Diseño Arquitectónico, Datos prácticos sobre diseño bioclimático y ecotécnicas (2008), Editorial Trillas, ISBN 978-968-24-7558-0.
28. Viollet Leduc, Eugéne, Diccionario Razonado de Arquitectura Francesa del siglo XI al XVI, 1854-1868.

Índice de imágenes

Ilustración 1 Acciones de la preservación de la memoria tangible, Hoyos G. 2017	6
Ilustración 2 Componentes de la Conservación Integral, Hoyos G. 2017	17
Ilustración 3 Cimentación de muro de mampostería de piedra Hoyos G. 2019	23
Ilustración 4 Cimentación de muro en mampostería de piedra, Hoyos G. 2019	23
Ilustración 5 Sobrecimiento conformado por piedras de laja y rajuelas Hoyos, G. 2019	24
Ilustración 6 Sobrecimiento con alma en el muro, Hoyos G. 2019	24
Ilustración 7 Conformación de muros de mampostería, Hoyos G. 2018.....	26
Ilustración 8 Factores externos a considerar para la protección térmica, Hoyos G. 2022 autoría propia.	35
Ilustración 9 Diagrama del proceso de un proyecto tipo obra nueva.	41
Ilustración 10 Diagrama de proceso de eficiencia energética en obra existente.	43
Ilustración 11 Diagrama de proceso de un proyecto integral.	44
Ilustración 12 Pasos para la elaboración de un proyecto arquitectónico sostenible.	47
Ilustración 13 Esquemas de principios de diseño sustentable en obra nueva.	49
Ilustración 14 Esquemas de principios de diseño sustentable en restauración.	56
Ilustración 15 Vista de la villa de México con su lago.	57
Ilustración 16 Plano con la ubicación de los templos mexicas y los edificios españoles superpuestos, indicando la traza europea sobre la traza indígena.	59
Ilustración 17 Delimitación del primer y segundo cuadro de la Ciudad de México. Fuente: Instituto Nacional de Antropología e Historia.	61
Ilustración 18 Plano del Centro de la Ciudad de México con densidad de población, Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de Cuauhtémoc.	63
Ilustración 19 Plano del Centro de la Ciudad de México, muestra la traza original y sobre pone la traza actual de la ciudad, se marcan la ubicación de los edificios religiosos y los límites que tenían sus predios originalmente, imagen sustraída del libro "La Ciudad de los Palacios, crónica de un patrimonio perdido", Tovar de Teresa, Guillermo, Páginas XII y XIII.	64
Ilustración 20 Plano del Centro de la Ciudad de México (Circa 1550), muestra la traza del plan urbano renacentista, El plano esta orientado con el norte a la derecha, se conservan las tres calzadas principales (Tacuba, Tepeyac e Ixtapalapa), imagen sustraída del libro "La Ciudad de los Palacios, crónica de un patrimonio perdido", Tovar de Teresa Guillermo, Páginas 20.	65
Ilustración 21 Etapas de un proyecto de intervención integral.....	71
Ilustración 22 Diagrama de distribución eléctrica.	91
Ilustración 23 Plano de ubicación de las zonas tarifarias de la Comisión Federal de Electricidad.	104
Ilustración 24 Tabla aclaratoria de las energías renovables y tecnologías relacionadas.....	116
Ilustración 25 Gráfica de comportamiento de generación de energía de paneles fotovoltaicos por tipo de tecnología.....	129
Ilustración 26 Comparación de eficiencia de generación de energía por tecnología de panel.	130
Ilustración 27 Eficiencia de generación de energía eléctrica por centímetro cuadrado de superficie de captación.	131
Ilustración 28 Degradación de la superficie de captación por exposición a los rayos solares.	132
Ilustración 29 Datos a considerar en la toma de desición de un sistema fotovoltaico de generación de energia electrica.	137
Ilustración 30 Datos del inmueble en consumo eléctrico del estado actual.	138
Ilustración 31 Tabla de comparación de paneles y tipo de tecnología.....	139



Ilustración 32 Tabla de comparación económica de paneles y tipo de tecnología.	139
Ilustración 33 Partes de un colector solar.....	147
Ilustración 34 Etiqueta de rendimiento de un captador solar comercial.....	151
Ilustración 35 Tabla de estudio y análisis de consumo eléctrico por iluminación en aula, DGO y C de la UNAM.	164

Índice de tablas

Tabla 1 Costos porcentuales por tipo de mantenimiento.....	18
Tabla 2 Tiempos recomendado para acciones de intervención en materia de conservación.....	18
Tabla 3 Incremento tarifario mensual en el costo de consumo eléctrico en el año 2017.....	20
Tabla 4 Tabla de rocas utilizadas en la construcción.....	28
Tabla 5 Fuente de generación de energía convencional y renovable.....	37
Tabla 6 Relación de el factor de forma de un edificio entre la superficie exterior y su volumen ($ff = S/V$).....	46
Tabla 7 Cuadro de conceptos fundamentales que deben ser abordados por la construcción sustentable.....	55
Tabla 8 Cuadro de conceptos fundamentales para un proyecto de restauración.....	55
Tabla 9 Clasificación NEMA para tableros eléctricos.....	93
Tabla 10 Tabla de tarifas subsidiadas con límites y parámetros de temperatura media.....	105
Tabla 11 Tabla de tarifas domiciliarias, tipos de consumos y divisiones circunscritas por consumo y temporada anual.....	106
Tabla 12 Tabla de comparación de costos económicos por tipo de consumo en horario de verano.....	106
Tabla 13 Tabla de comparación de costos económicos por tipo de consumo en horario de invierno.....	107
Tabla 14 Costos por servicios de suministro de energía mensuales.....	108
Tabla 15 Gráfica de comportamiento en el incremento al costo tarifario mensual.....	108
Tabla 16 Gráfica de comportamiento en el incremento en el costo tarifario mensual O-M.....	109
Tabla 17 Gráfica de comportamiento en el incremento en el costo tarifario mensual en el año 2017.....	109
Tabla 18 Costo tarifario mensual en tarifa HM.....	110
Tabla 19 Costos promedio al día por horarios de verano e invierno.....	111
Tabla 20 Gráficas de comportamiento tarifario por mes.....	112
Tabla 21 Gráfica de incremento tarifario mensual en tarifa HM.....	113
Tabla 22 Acomodo de paneles según su conexión en serie o paralelo.....	122
Tabla 23 Tabla de equipos evaluados que cumplen con los requerimientos de proyecto.....	154
Tabla 24 Tabla de especificaciones técnicas de colectores solares evaluados.....	155
Tabla 25 Tabla de comparación de termotanques en colectores solares.....	155
Tabla 26 Tabla de resumen de evaluación de colectores solares.....	156
Tabla 27 Tabla de comparación de colectores solares por calificación en seguridad y eficiencia energética.....	157
Tabla 28 Censo de equipos de computo existente con el registro de demanda energética y uso horario.....	168
Tabla 29 Censo de sistema de alumbrado existente con el registro de demanda energética y uso horario.....	169
Tabla 30 Censo de equipos de consumo energético existente con el registro de demanda energética y uso horario.....	170
Tabla 31 Tabla resumen del censo de los diferentes rubros de equipos o sistemas que demanda energía eléctrica.....	171
Tabla 32 Acciones en sustitución de equipos existentes por equipos de alta eficiencia energética y disposiciones de equipos de impresión.....	172
Tabla 33 Niveles de iluminación por actividad en espacios arquitectónicos según las condiciones de trabajo...	173



Tabla 34 Sustitución de equipos y aparatos existentes por equipos de alta eficiencia energética, consumos por equipo y demanda anual.....	174
Tabla 35 Propuesta de sistema de iluminación.	174
Tabla 36 Etiqueta de eficiencia energética en el consumo de energía.....	175
Tabla 37 Etiqueta de eficiencia energética en el consumo de energía y capacidades del aparato.	175
Tabla 38 Etiqueta de eficiencia energética emitida por la Secretaría de Energía a través de la Comisión Nacional del Uso Eficiente de la Energía (CONUEE).....	176
Tabla 39 Sustitución y acciones en equipos electrodomésticos.	177
Tabla 40 Resumen de medidas en eficiencia energética.	178
Tabla 41 Gráfica de comparación de consumos entre equipos existentes y equipos de alta eficiencia energética.	179
Tabla 42 Comparación de consumos de energía eléctrica entre equipos existentes y de alta eficiencia energética.....	179
Tabla 43 Gráfica de consumos porcentuales energéticos en equipos existentes.	180
Tabla 44 Gráfica de consumos porcentuales energéticos en equipos de alta eficiencia energética.	181
Tabla 45 Comparación de paneles fotovoltaicos (Primer escenario).....	182
Tabla 46 Comparación para la implementación de paneles fotovoltaicos sin medidas de eficiencia energética.	183
Tabla 47 Comparación de generación de energía por panel fotovoltaico.....	183
Tabla 48 Comparación de paneles fotovoltaicos (Segundo escenario).....	184
Tabla 49 Comparación para la implementación de paneles fotovoltaicos con medidas de eficiencia energética.	184
Tabla 50 Comparación de generación de energía por panel fotovoltaico.....	185
Tabla 51 Comparación de paneles fotovoltaicos (Tercer escenario).....	186
Tabla 52 Comparación para la implementación de paneles fotovoltaicos con medidas de eficiencia energética.	186
Tabla 53 Comparación de generación de energía por panel fotovoltaico.....	187
Tabla 54 Comparación de mitigación de gases de efecto invernadero por panel fotovoltaico.	187