



ESTÁNDARES **ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE 4ETEC**



Tecnológico
de Monterrey



Universidad
Tecmilenio



Dirección de Urbanismo e Infraestructura del Tecnológico de Monterrey

Elsa Romero

Directora de Desarrollos e Infraestructura

José Antonio Torre

Director de Urbanismo, Sostenibilidad y Bienes Inmuebles

Víctor Gutiérrez Campos

Líder Nacional de Energía

María Delia Gutiérrez

Líder Nacional de Medio Ambiente

Martín Carlos Sánchez Gutiérrez

Sostenibilidad

martincarlos.sanchez@tec.mx



Estándares de Energía y Medio Ambiente 4ETEC para
Infraestructura del Tecnológico de Monterrey.

Última actualización: 29/10/2021

“Derechos Reservados” ©, “Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Ave. Eugenio Garza Sada Sur No. 2501, C.P. 64849, Monterrey, N.L. año 2019. “Se prohíbe la reproducción total o parcial de este documento por cualquier medio sin previo y expreso consentimiento por escrito del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey a cualquier persona y actividad que sean ajenas al mismo”.

Energía y Medio Ambiente

Requisitos



**4.1**

Energía y eficiencia

4.1.1

Diseño bioclimático



Justificación: Lograr la eficiencia energética de un edificio reduce su impacto ambiental y gastos relacionados a su operación y mantenimiento.



Requisito

Un diseño arquitectónico basado en principios bioclimáticos permite al edificio convivir activamente con el medio ambiente, incorporando técnicas pasivas o activas, lo cual resulta en confort interior alcanzado con menor o uso nulo de sistemas mecánicos de acondicionamiento de aire. La modelación energética del edificio permite visualizar el rendimiento que el edificio tendrá en su operación a partir de la selección del sistema de construcción y sus tecnologías.

1. El diseño del edificio cumple con principios bioclimáticos, evitando el uso de sistemas de acondicionamiento de aire o reduciendo en gran medida su uso.
2. El equipo de proyecto debe realizar antes de iniciar el diseño, los siguientes estudios:
 - a. Análisis de asoleamiento según orientación.
 - b. El clima regional, el clima local y el clima que rodea el edificio (microclima).
 - c. Temperatura.
 - d. Humedad relativa.
 - e. Radiación solar.
 - f. Albedo.
 - g. Análisis de Viento
3. Incorporar técnicas bioclimáticas, sistemas pasivos y activos que minimicen el uso de energía según la localización climática y según los resultados de los estudios del punto 2. Algunas técnicas que se pueden implementar en el diseño bioclimático para enfriar espacios en verano son (Manzano et al, 2015):
 - Superficies opacas que controlen la incidencia solar directa. Ejemplo: marquesinas, toldos, doble techo, doble fachada, muros.
 - Vegetación que impida la radiación solar.
 - Superficies móviles que durante el día impidan la radiación solar y que durante la noche permitan la pérdida de calor hacia la atmósfera. Esta técnica aplica para todos los elementos exteriores del edificio, tales como techos, muros y patios.



Entregables fase 0

Utilizando el **formato 4.1.1**, integrar la siguiente información:

1. Reporte de las condiciones de sitio: clima, temperatura, humedad relativa, radiación, albedo, velocidad y dirección del viento.
2. Reporte de análisis de asoleamiento volumétrico.
3. Descripción conceptual de las intenciones de utilización de estrategias bioclimáticas.



Entregables fase 2

Integrar la siguiente información:

1. Resumen de desempeño energético y Memoria de modelación energética. Realizar el Modelo energético en cumplimiento con los requisitos del presente estándar sección **Modelos Energéticos y de Confort**.
2. Resumen de análisis bioclimático y documento técnico con croquis, fotografías o renders que muestren el análisis bioclimático y cada uno de sus estudios definidos en el punto 2 de éste requisito.
3. Narrativa de los sistemas pasivos y activos implementados, según punto 3 del requisito.
4. Comprobar, a través de una memoria que integre el contenido de los puntos 1 al 4, que el diseño del edificio corresponde a una serie de decisiones con enfoque bioclimático que generan un edificio eficiente y con reducido o nulo impacto para el medio ambiente. Incluir una descripción de los beneficios de las técnicas bioclimáticas utilizadas ante las condiciones del ambiente natural y comprobarlo con el uso del *Modelo Energético del Proyecto*.

**4.1****Energía y eficiencia****4.1.1****Diseño bioclimático**

Justificación: Lograr la eficiencia energética de un edificio reduce su impacto ambiental y gastos relacionados a su operación y mantenimiento.

- Vegetación y cuerpos de agua en el interior (enfriamiento por evaporación).
- Rociar agua en interior
- Enfriamiento por convección, donde el diseño genera circulación de aire que arrastra el calor: Ventilación cruzada y Ventilación superior tipo chimenea.
- Abertura en parte superior de muros.
- Torre de ventilación.
- Patio interior
- c. Con el objetivo de calentar el espacio interior/invierno:
 - Captura de radiación solar a través de aberturas.
 - Captura de calor a través de suelos naturales.
 - Estanque de agua descubierto en azotea.
 - Galería de cristal
 - Invernadero de cristal
 - Muro trombe
 - Abertura en la azotea con capucha de cristal.
 - Captura de calor a través de radiadores solares.
 - Superficies móviles que durante el día atrapen la radiación solar y que durante la noche impidan la pérdida de calor hacia la atmósfera.
 - Esta técnica aplica para todos los elementos exteriores del edificio, tales como techos, muros y patios.
- d. Con el objetivo de humidificar:
 - Incluir vegetación cercana o en patios.
 - Fuentes y cuerpos de agua cercanos ya sea en exterior, interior o por debajo del edificio.

**Entregables fase 2****1. Análisis de Asoleamiento:**

Se deberá tener como resultado al menos 3 días muestra del año, con sus respectivas horas de asoleamiento, en al menos 2 estaciones del año (verano e invierno). Además, se solicita que se calcule el valor G con un vidrio según la norma europea UNE-EN 13363-1:2006 y se especifiquen los valores de transmisión total, reflexión solar y absorción solar tanto para interior como para exterior de acuerdo al Estándar ASHRAE 90.1 v. 2013.

2. Análisis de viento:

Los resultados deberán contener variables, gráficos y videos, demostrando que el espacio está siendo correctamente ventilado; se solicita que se demuestre que el movimiento de aire en el interior para las condiciones menos favorables. La velocidad del viento en el interior debe tomar en consideración humedad, temperatura y calidad del aire. Los resultados se solicitan en al menos 2 estaciones del año (verano e invierno).

Cantidad de horas dentro del rango confort por espacio (basado en el estándar ASHRAE 55 PMV), el rango de confort especificado por el proyecto debe considerar 3 variantes: temperatura, humedad y velocidad del viento. En las conclusiones el diseñador determina si se cumple o no el confort especificado.

**4.1**

Energía y eficiencia

4.1.2

Energía renovable generada en sitio y/o adquirida



Justificación: Debido a que la generación de energía a partir de la quema de combustibles fósiles es una de las actividades humanas con mayor emisión de Gases Efecto Invernadero, miles de organizaciones e incluso países, han migrado a la utilización de energías provenientes de fuentes renovables. La energía renovable puede producirse en sitio, es decir, en el terreno de un proyecto o adquirirse a productores externos mediante contratos de suministro.



Requisito

La gestión del suministro eléctrico (nuevos contratos e instalación de Sistemas Fotovoltaicos) se encuentra centralizada por el Área de Energía e Ingeniería. Los trabajos a continuación solicitados deben ser reportados a dicha área al correo energiatec@tec.mx

Opción 1: compra de energía

La Contratos de Suministro Eléctrico están centralizados en la Dirección de Urbanismo, Sostenibilidad y Bienes Inmuebles del Tecnológico de Monterrey. Para la gestión de un nuevo contrato de energía se debe consultar primero al área central para conocer las necesidades específicas y de acuerdo con ello, asignar el Suministrador más conveniente. Contacto: energiatec@tec.mx

Los siguientes estándares generales establecen la ruta de acción:

Para servicios con capacidad contratada mayor a 1 MW.

1. De acuerdo con la regulación en materia de la Ley de Industria Eléctrica, este tipo de cargas debe de recurrir directamente a Suministradores de Servicios Calificados. El Tecnológico de Monterrey es el encargado de realizar los procesos competitivos necesarios para encontrar al mejor Suministrador, o en su caso, asignar el que ya opere en otros Centros de Carga de la Institución.
2. Al menos el 30% del uso de energía proyectado para el edificio se suministra por medio de contrato.

Opción 2: generación en sitio a través de sistemas fotovoltaicos

Al menos el 5% del uso de energía proyectado para el edificio se provee a través de generación en sitio

1. El diseño e instalación de un Sistema Fotovoltaico requiere de un proyecto integral que abarque los siguientes temas:
 - a) Desarrollo de ingenierías e instalación del Sistema Fotovoltaico
 - b) Proyecto de adecuación e Instalación de Obra Eléctrica
 - c) Proyecto de adecuación e Instalación de Nodos de Red
 - d) Proyecto de adecuación e instalación de Obra Civil
2. Visita al sitio de la instalación del sistema fotovoltaico y documentación de condiciones existentes en un reporte de Levantamiento.



Entregables fase 0

Integrar la siguiente información:

Opción 2: generación en sitio

1. Levantamiento con detalle de las condiciones existentes del lugar donde se proyecta el sistema fotovoltaico, debe incluir:
2. Fotografías.
3. Planos y diagramas.
4. Descripción de las condiciones tales como: ranuras, elevaciones, rampas, tipo de impermeabilización y su estado, etc.
5. Análisis de Factibilidad donde se muestre un análisis técnico y económico de los principales componentes de un sistema fotovoltaico y su instalación:
6. Componentes: Invasores y Módulos fotovoltaicos.
7. Instalación, ya sea: Estacionamiento techados, Sombras decorativas, Sobre Fachadas, Sobre losas de edificios, Granja Solar.
8. Propuesta conceptual del sistema.



Entregables fase 2

Ingenierías de valor de sistemas fotovoltaicos y sus componentes.

1. Modelación y simulación del sistema fotovoltaico, con condiciones reales de módulos a instalar, la ubicación geográfica y características del montaje, para determinar y maximizar la producción de energía en cada sitio. Incluir:
 - a) Modelación y cálculo del perfil mensual de producción de energía eléctrica.
 - b) Análisis de sombreado.
 - c) Planos en Autocad y PDF generales y de detalles de ubicación y acomodo de módulos fotovoltaicos.
 - d) Planos en Autocad y PDF generales y de detalle del sistema de soporte y anclaje.
 - e) Planos en Autocad y PDF generales y de detalle de cajas combinadoras, tuberías, cableado, puesta a tierra, etc.
 - f) Memorias de cálculo



4.1

Energía y eficiencia

4.1.2

Energía renovable generada en sitio y/o adquirida

Justificación: Debido a que la generación de energía a partir de la quema de combustibles fósiles es una de las actividades humanas con mayor emisión de Gases Efecto Invernadero, miles de organizaciones e incluso países, han migrado a la utilización de energías provenientes de fuentes renovables. La energía renovable puede producirse en sitio, es decir, en el terreno de un proyecto o adquirirse a productores externos mediante contratos de suministro.

Requisito

3. Análisis de Factibilidad donde se muestre un análisis técnico y económico de los principales componentes de un sistema fotovoltaico y su instalación:

- a) Componentes: Inversores y Módulos fotovoltaicos.
- b) Instalación, ya sea: Estacionamiento techados, Sombras decorativas, Sobre Fachadas, Sobre losas de edificios, Granja Solar.

4. Durante Fase 0 y 2 se debe de tener total coordinación con Planta Física de Campus, para validar los siguientes temas:

- a) Disponibilidad de azoteas y espacios para la instalación de módulos.
- b) Validación del acomodo e instalación de módulos (individual, plancha, como cubierta, como fachada, etc.).
- c) Validación de temas de anclaje a losas y/o cubiertas.
- d) Validación de temas de sellado y garantías de la impermeabilización.

5. La propuesta resultante de esta fase requiere firma del área de Energía e Ingeniería.

Entregables fase 2

2. Instalaciones eléctricas necesarias para proveer de un punto de interconexión, al pie de los inversores, a la red eléctrica del campus y/o edificios, así como la ubicación y disposiciones necesarias para la instalación de equipo de medición fiscal de energía, para efectos de poder obtener Certificados de Energía Limpia (CEL's).

- a) Para cada una de las siguientes áreas:
- b) Adecuaciones eléctricas en instalaciones existentes en el Campus.
- c) Instalaciones eléctricas para interconexión en corriente alterna.
- d) Instalaciones eléctricas de corriente directa

En cumplimiento de las normas oficiales mexicanas vigentes, así como estándares y recomendaciones internacionales, se deben elaborar ingenierías a detalle que incluyan:

Memorias de cálculo.

- a) Selección de componentes.
- b) Diagramas unifilares.
- c) Planos en Autocad y PDF generales de instalación eléctrica.
- d) Planos de Autocad y PDF detalles de instalación eléctrica.
- e) Catálogos de conceptos.

3. Instalación de nodos de red necesarios para el monitoreo remoto.

- a) Planos en Autocad y PDF necesarios.

4. Ingeniería civil en caso de requerirse algún sistema de cimentación o anclaje especial o bien el diseño de estructuras para el montaje de módulos.



4.1

Energía y eficiencia

4.1.2

Energía renovable generada en sitio y/o adquirida



Justificación: La acumulación de residuos de construcción y demolición tiene un alto impacto al medio ambiente que puede ser mitigado a través de su reúso y aprovechamiento en aplicaciones mismas de la construcción o en todas aquellas donde la creatividad lo permita. Se busca con esta sección reducir el envío de materiales residuos de construcción y demolición a vertederos municipales con el fin de disminuir el impacto ambiental ocasionado por el proyecto a través de las siguientes actividades.



Entregables fase 2

Planos en Autocad y PDF necesarios.

1. Los planos resultantes requieren validación por escrito del área de Energía.
2. Se debe de realizar un proceso de Comisionamiento durante el proceso de diseño y construcción del sistema fotovoltaico y los trabajos preliminares que sean necesarios. Se requiere se entregue la siguiente información:
 - a) Reporte de revisión final.
 - b) Reportes de inspecciones visuales.
 - c) Reportes de verificación de cumplimiento con normativas.
 - d) Reporte de pruebas eléctricas.
 - e) Reporte de funcionalidad del sistema incluyendo arranque, maniobras, apagado y procedimientos de emergencia
 - f) Reporte de verificación de potencia y energía generada contra la esperada.
 - g) Documentación con planos as built.
 - h) Reporte de capacitación y entrenamiento a los operadores del sistema.
 - i) Pruebas y Mediciones Eléctricas:
 - j) Continuidad y resistencia del sistema de puesta a tierra.
 - k) Polaridad de circuitos de corriente directa.
 - l) Voltajes y corrientes de circuitos de corriente directa.
 - m) Resistencia del aislamiento.
 - n) Generación de potencia y energía del sistema
3. El Líder de Proyecto debe realizar una revisión visual de la instalación y verificar que:
 - Todo el equipo debe ser listado, identificado y etiquetado, adecuado para las condiciones de uso e instalado de acuerdo a las instrucciones del fabricante.
 - Todo el equipo debe ser instalado de manera limpia, ordenada y con altos estándares de calidad.
 - Todo el equipo debe estar sujeto de manera correcta y tener ventilación como es requerido por el fabricante.
 - Todas las terminaciones eléctricas deben ser realizadas con productos y métodos aprobados, considerando tipo de materiales, temperaturas de operación y nivel de aislamiento.
 - Todas las terminaciones eléctricas deben estar de acuerdo al par de apriete especificado, así como verificadas y reportadas en el comisionamiento.
 - Todo el equipo eléctrico debe tener las placas de datos del fabricante.
 - Debe existir el espacio de trabajo especificado alrededor del equipo eléctrico.



4.1

Energía y eficiencia

4.1.2

Energía renovable generada en sitio y/o adquirida



Justificación: La acumulación de residuos de construcción y demolición tiene un alto impacto al medio ambiente que puede ser mitigado a través de su reúso y aprovechamiento en aplicaciones mismas de la construcción o en todas aquellas donde la creatividad lo permita. Se busca con esta sección reducir el envío de materiales residuos de construcción y demolición a vertederos municipales con el fin de disminuir el impacto ambiental ocasionado por el proyecto a través de las siguientes actividades.



Entregables fase 2

4. El proveedor debe demostrar el cumplimiento de los siguientes requisitos durante la revisión final de la instalación y previo al arranque del sistema:

- a) Que todos los elementos estructurales y eléctricos estén debidamente instalados y sujetos.
- b) Que todos los componentes y cableados estén instalados de manera limpia y ordenada.
- c) Que todas las terminales eléctricas estén debidamente elaboradas y con el par de apriete especificado.
- d) Que todas las leyendas y etiquetas especificadas estén instaladas y se ubiquen en el lugar indicado.
- e) Que todos los ajustes y configuraciones de los inversores estén de manera correcta.
- f) Que todos los medios de desconexión estén abiertos y/o los fusibles retirados y además que se encuentren los medios de bloqueo de seguridad aplicados.
- g) Que se hayan resuelto todas las observaciones previamente reportadas resultantes de la revisión visual del Líder de Proyecto.
- h) Que se hayan realizado todas las labores de limpieza.

5. Una vez que los trabajos de instalación del Sistema Fotovoltaico han sido terminados y están en cumplimiento con los requisitos del presente estándar, el proveedor gestiona el Dictamen de Verificación de Instalaciones Eléctricas ante una Unidad de Verificación de Instalaciones Eléctricas.

6. El proveedor debe gestionar el Certificado de Cumplimiento del Manual de Interconexión ante una Unidad de Inspección.

7. El proveedor debe gestionar, con los documentos anteriormente recibidos, el Contrato de Interconexión con el Suministrador de Servicios Básicos.

8. El proveedor debe hacer una entrega final que incluya:

- a) Contrato o contratos de interconexión.
- b) Dictámenes de verificación.
- c) Memorias de cálculo.
- d) Planos As-Built.
- e) Listado de componentes con hojas de datos técnicos.
- f) Manuales de operación/instalación/seguridad de componentes.
- g) Manual de operación y mantenimiento del sistema fotovoltaico incluyendo procedimientos de aislamiento, desconexión y paro de emergencia.
- h) Programa de pruebas y mantenimiento.
- i) Datos de contacto de todas las empresas involucradas.
- j) Plano de planta general del sitio de la instalación ubicando todos los componentes
- k) Diagramas unifilares con cuadro de equipos.
- l) Pólizas de Garantías.
- m) Reportes de pruebas y comisionamiento.



4.1

Energía y eficiencia

4.1.3

Uso reducido de energía



Justificación: Lograr la eficiencia energética de un edificio reduce su impacto ambiental y gastos relacionados a su operación y mantenimiento.



Requisito

1. El diseño del edificio cumple con el requisito *4.1.1 Diseño Bioclimático*
2. Del modelo energético del requisito *4.1.1 Diseño Bioclimático*, desglosar en porcentajes las fuentes de consumo energético del edificio, siendo las fuentes mínimas a desglosar: climatización, iluminación y equipo conectado.
3. El consumo de energía del edificio debe de tener una reducción en al menos 10% en comparación con la tabla 7.
4. En laboratorios, tomar como referencia la tabla 8, sin embargo, por proyecto el equipo de diseño debe de hacer un benchmark del uso de energía en edificios de esta índole y alcanzar al menos un 10% de reducción de uso de energía.

Revisar **Glosario de Términos** para referencia de región climática aplicable al proyecto.

El proyecto tiene como opción incorporar un estudio de dinámica de fluidos que muestra claramente el movimiento del aire a través de las técnicas bioclimáticas utilizadas. La aplicación de este estudio se determina por el área de Energía e Ingenierías.



Entregables fase 0

Utilizando el **formato base**, integrar la siguiente información:

1. Descripción conceptual de la intención, puede incluir texto e imágenes.



Entregables fase 2

Utilizando el **formato base**, integrar la siguiente información:

1. Comparativa del uso de energía línea base vs proyecto.



4.1

Energía y eficiencia

4.1.3

Uso reducido de energía



Justificación: Lograr la eficiencia energética de un edificio reduce su impacto ambiental y gastos relacionados a su operación y mantenimiento.



Tabla 4. Línea base de consumo energético por espacio. Unidad kWh/m²
Fuente: *Elaboración propia con datos de U.S. Energy Information Administration*

Región climática	5, 6 y 7		4A y 3A		4B, 3B		2A y 3A		Todos los climas C	
Tipo de edificio	Electricidad	Gas	Electricidad	Gas	Electricidad	Gas	Electricidad	Gas	Electricidad	Gas
Aulas	97.95	18.29	124.86	13.84	110.87	13.84	153.92	13.15	ND	13.72
Encuentro estudiantil	145.31	4.65	147.47	3.52	185.14	3.52	220.66	3.34	ND	3.49
Hospital	240.04	16.66	280.94	12.61	320.76	12.61	344.45	11.97	246.49	12.49
Oficina	165.76	17.73	170.07	13.42	153.92	13.42	205.59	12.74	186.22	13.30
Hotel	165.76	13.89	173.30	10.51	132.40	10.51	181.91	9.99	ND	10.42
Restaurante	385.35	14.27	567.26	10.80	510.21	10.80	557.57	10.26	ND	10.70
Supermercado	492.99	3.33	599.55	2.52	ND	2.52	587.71	2.39	ND	2.50
Centro Comercial	222.81	17.73	232.50	10.32	184.06	10.32	255.10	9.81	ND	10.23
Otros comercial	145.31	4.65	147.47	3.52	185.14	3.52	220.66	3.34	ND	3.49
Servicios	76.42	7.67	102.26	5.80	79.65	5.80	97.95	5.51	N/A	5.75

**4.1****Energía y eficiencia****4.1.3****Uso reducido de energía**

Justificación: Lograr la eficiencia energética de un edificio reduce su impacto ambiental y gastos relacionados a su operación y mantenimiento.



Tabla 5. Línea base de consumo energético en laboratorios. Unidad kWh/m²

Fuente: *Elaboración propia con datos de Labs21 Benchmarking Tool*

Región climática	Muy frío / Frío	Mixto / húmedo	Mixto- seco / Cálido- Seco	Cálido/húmedo
	5, 6 y 7 (Ay B)	4A Y 3A	4B Y 3B	2A Y 3A
Uso de laboratorio	Electricidad	Electricidad	Electricidad	Electricidad
Biológico	449.57	512.95	263.61	432.49
Químico y biológico	364.83	377.76	367.53	304.46
Física	272.97	383.79	377.60	415.06
Químico	415.52	438.90	398.94	464.57
Otros	449.57	512.95	263.61	432.49

**4.1****Energía y eficiencia****4.1.4****Envolvente**

Justificación: Un diseño de una envolvente de alto desempeño permitirá al edificio tener una eficiencia y ahorros en el uso de energía, debido a la adaptabilidad de los materiales a su entorno.

**Requisito****Muros y techos**

1. Todo aislamiento térmico debe de ser tal grosor que, el conjunto con los otros elementos del sistema constructivo, contribuya a que el valor total de Resistencia a la Transferencia de Calor (valor R) de azoteas o cubiertas sea mayor al mínimo especificado dependiendo la zona climática en la que se encuentre el proyecto y que se describen en la tabla 6. Para determinar la zona a la que pertenece el proyecto consultar ANSI/ASHRAE/IES 90.1-2010 Energy Standard for Building.
2. Todo aislamiento térmico debe de ser tal grosor que contribuya a que, el conjunto con los otros elementos del sistema constructivo, el valor total de Resistencia a la Transferencia de Calor (valor R) en muros exteriores sea mayor al mínimo especificado dependiendo la zona climática en la que se encuentre el proyecto y que se describen en la tabla 7. Para determinar la zona a la que pertenece el proyecto consultar ANSI/ASHRAE/IES 90.1-2010 *Energy Standard for Building*.



Tabla 6. Valores R Mínimo para azoteas y cubiertas.

Zona climática	Valor R mínimo en azoteas y cubiertas	
	m ² K / W	ft ² h °F / BTU
1A, 1B	2.64	15
2A, 2B	3.52	20
3A, 3B, 3C	3.52	20
4A, 4B, 4C	3.52	20

Tabla 7. Valores R Mínimo para muros exteriores

Zona climática	Valor R mínimo en Muros exteriores	
	m ² K / W	ft ² h °F / BTU
1 ^a , 1B	1	6
2 ^a , 2B	1	6
3 ^a , 3B, 3C	1.35	7.6
4 ^a , 4B, 4C	1.7	9.5

**Entregables fase 0**

Integrar la siguiente información:

1. Siguiendo los requisitos presentados, entregar un listado de materiales y productos para el interior y exterior del edificio incluyendo cantidades, localización por tipo de espacio, características y fichas técnicas.

**4.1****Energía y eficiencia****4.1.4****Envolvente**

Justificación: Un diseño de una envolvente de alto desempeño permitirá al edificio tener una eficiencia y ahorros en el uso de energía, debido a la adaptabilidad de los materiales a su entorno.

**Requisito****Acristalamiento**

REQUISITOS GENERALES:

1. Proporcionar cálculos de transferencia térmica, carga del viento y requisitos estructurales. Los cálculos para la tensión térmica deben relacionarse con efectos de sombreado parcial, completo y estacional.
2. Evitar el uso de película aplicada sobre superficies expuestas de vidrio siempre que sea posible.
3. No se permite el uso de vidrio con seguridad (cable) en ninguna aplicación.
4. El vidrio teñido / coloreado o vidriado espectralmente selectivo debe ser revisado y aprobado por el Equipo Central de Ingeniería

CRISTAL EN LA ENVOLVENTE EXTERIOR

De acuerdo a la zona climática a la que pertenezca el proyecto especificar en la envolvente tipos de cristales que alcancen como máximo los valores de Factor de Transmitancia Térmica (Factor U) y de Coeficiente de Ganancia Térmica Solar (SHGC) que se especifican en la tabla 13. El valor mínimo se determina dependiendo la zona climática en la que se encuentre el proyecto. Para determinar la zona a la que pertenece el proyecto consultar ANSI/ASHRAE/IES 90.1-2010 Energy Standard for Building. Cristales al exterior que se encuentren bajo sombra podrán reducir los factores indicados en la tabla 8 según lo determine el cálculo de transferencia térmica y que no interfiera con la eficiencia energética del edificio.

**Tabla 8. Factor U y SHGC máximos para cristales en la envolvente según zona térmica.**

Zona climática	Factor U máximo de cristal exterior*		SHGC máximo de cristal exterior**
	W /m ² K	Btu/h ft ² °F	
1A, 1B	6.8	1.2	0.25
2A, 2B	4.0	0.7	0.25
3A, 3B, 3C	3.4	0.6	0.25
4A, 4B, 4C	2.9	0.5	0.40

**Entregables fase 0**

Integrar la siguiente información:

1. Siguiendo los requisitos presentados, entregar un listado de materiales y productos para el interior y exterior del edificio incluyendo cantidades, localización por tipo de espacio, características y fichas técnicas.

**Nota: El Factor de Transmisión Térmica (Factor U) es la transmisión de calor en unidad de tiempo a través de un material o construcción y de límites de capas de aire, se ocasiona por la diferencia de unidad de temperatura de los ambientes de ambos lados del cuerpo (ASHRAE, 2007).*



4.1

Energía y eficiencia

4.1.4

Envolvente



Justificación: Un diseño de una envolvente de alto desempeño permitirá al edificio tener una eficiencia y ahorros en el uso de energía, debido a la adaptabilidad de los materiales a su entorno.



Requisito

Acristalamiento

Acristalamiento de seguridad: unidades de vidrio aislante de 1", donde se requiera por código de protección local, ya sea completamente templado o laminado.

El cristal de la envolvente debe ser seleccionado y colocado para lograr una eficiencia alta de hermeticidad a través de una prueba Blower Door sometida a una diferencia de presión de n50.

CRISTAL EN EL INTERIOR DE EDIFICIO.

1. Acristalamiento estándar: recocido o laminado.
2. Utilice vidrio laminado para acristalamiento oscuro o translúcido.
3. Acristalamiento de Seguridad: donde sea requerido por código de protección civil local, ya sea completamente templado o laminado.
4. Acristalamiento contra incendios

Debido al alto costo de instalación y reemplazo, el uso de acristalamientos con clasificación contra incendios debe ser considerado cuidadosamente durante el diseño y aprobado por el Responsable del Proyecto.

Cerámica transparente (utilizada como parte de una unidad aislante si se requiere acristalamiento exterior).

Unidades de pared transparentes diseñadas como una pared de barrera (material inerte se convierte en espuma durante un incendio).

Acristalamiento especial

1. Acordar la aprobación de acristalamientos especiales tales como la exposición a balas, acústica, de un solo sentido, cabinas de proyección, etc. con el Responsable del Proyecto para determinar los productos que mejor cubran las necesidades específicas.
2. El patrón de cerámica puede ser utilizado si es revisado y aprobado por el Responsable del Proyecto.
3. Vidrio Espejo: debe ser enmarcado en acero inoxidable y debe tener una hoja de respaldo, no se permite el uso de vidrio con seguridad (cable) en ninguna aplicación.



Entregables fase 0

Integrar la siguiente información:

1. Siguiendo los requisitos presentados, entregar un listado de materiales y productos para el interior y exterior del edificio incluyendo cantidades, localización por tipo de espacio, características y fichas técnicas.



4.1

Energía y eficiencia

4.1.5

Modelos energéticos y de confort



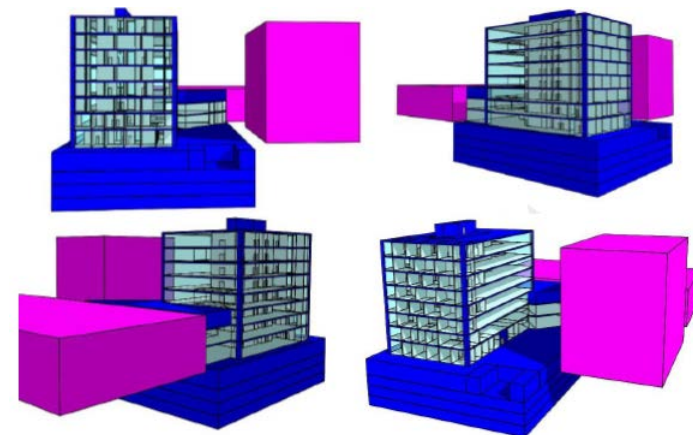
Justificación: La iteración de los componentes de un edificio previo a su concepción y desarrollo nos permitirá simular las condiciones operativas del inmueble, permitiendo obtener información para la toma de decisiones de valor contribuyendo el alcance de objetivos como: eficiencia energética, confort y salud de los ocupantes, cumplimiento con normativas y estándares, entre otras.

Información mínima requerida para generar una iteración

- **Objetivo de modelación:** el TEC definirá el alcance que ésta tendrá. De acuerdo con el producto final esperado solicitará las simulaciones necesarias; p. ej. análisis de vientos, de asoleamiento, de confort, de energía, tanto de un espacio específico y/o un edificio. Dentro del mismo objetivo, el TEC definirá si el objetivo es cumplir con alguna certificación y/o estándar (LEED, ASHRAE, ANSI); el mismo TEC compartirá el criterio a utilizar para analizar los resultados de la modelación.
- **Actividad dentro del espacio:** giro del espacio, personas que lo usarán, horarios de ocupación.
- **Ubicación del espacio:** zona geográfica, zona climatológica, orientación.
- **Componentes del edificio:** geometría de éste, materiales de la fachada, persianas, cristales, fenestración.
- **Ingenierías del proyecto:** memorias de cálculo, planos CAD tanto de ingeniería como de arquitectura, estudios de iluminación, set-points del diseño, fichas técnicas y horarios de operación de componentes electrónicos, luminarias, equipos mecánicos que generen calor, HVAC, sistemas de control.
- **Software aprobados para modelación:**
 - El uso debido de los softwares de modelación se basará en el tipo de simulación y/o análisis requerido:
 - Simulación energética: IES, Design Builder, OpenStudio, o bien, un software que tome de referencia la metodología EnergyPlus y/o ASHRAE 90.1 v. 2013.
 - Simulación de confort: IES, Design Builder, TRACE, con referencia a la metodología del estándar ASHRAE 90.1 v. 2013.
 - Análisis de asoleamiento: IES, Design Builder, Autodesk apps.
 - Análisis de viento: IES, Design Builder, CFD, Autodesk apps o similar.
 - Número de iteraciones.
 - El número de iteraciones dependerá del objetivo de la simulación; si la simulación es para realizar el diseño se requieren de 3 a 5 iteraciones básicas (simple box) para analizar los sistemas y agilizar el análisis final. En el caso de que la simulación sea para mejorar el desempeño del espacio o edificio, o añadir algún espacio a un edificio construido se requiere la modelación del estado actual y la propuesta de mejora como una iteración.



Imagen 1. Ejemplo de modelo isométrico para modelación.





4.1

Energía y eficiencia

4.1.5

Modelos energéticos y de confort



Justificación: La iteración de los componentes de un edificio previo a su concepción y desarrollo nos permitirá simular las condiciones operativas del inmueble, permitiendo obtener información para la toma de decisiones de valor contribuyendo el alcance de objetivos como: eficiencia energética, confort y salud de los ocupantes, cumplimiento con normativas y estándares, entre otras.



Requisito

Modelación de confort térmico

Evaluación del confort térmico: Como en la determinación del confort intervienen aspectos psicológicos y de percepción humana, se emplean parámetros medibles como el PMV (Predicted Mean Vote) y el PDD (Predicted Percentage of Dissatisfied). También pueden ser empleados el DR (Draft Rating) y el EDT (Effective Draft Temperature).

Los valores de temperaturas puntuales y velocidades se podrán obtener mediante una simulación de los componentes del espacio, estudio de cargas térmicas y un balance térmico. El ASHRAE 55 incluye tablas para las tasas metabólicas basadas en el nivel de actividad y tipo de ropa. El estándar ISO 7730 presenta las fórmulas para calcular el PMV.

Los valores de temperaturas puntuales y velocidades se podrán obtener mediante una simulación de los componentes del espacio, estudio de cargas térmicas y un balance térmico. El ASHRAE 55 incluye tablas para las tasas metabólicas basadas en el nivel de actividad y tipo de ropa. El estándar ISO 7730 presenta las fórmulas para calcular el PMV.

PPD: Predicted Percentage of Dissatisfied Es un índice que establece de manera cuantitativa la predicción del porcentaje de des-confort a partir del PMV.

El confort de las personas ocupantes de un espacio se alcanza cuando el valor de PMV se encuentra entre -0.5 y +0.5. El correspondiente PPD cae por debajo del 10%

DR: Draft Rating. El movimiento del aire puede causar un efecto no deseado de enfriamiento localizado en las personas provocado por la velocidad del aire. El índice DR establece el porcentaje de los ocupantes que perciben des confort por la velocidad del aire. El criterio de confort se logra cuando este índice es menor al 20%.

EDT: Effective Draft Temperature. Este índice es una diferencia de temperatura calculada que combina el efecto de la temperatura del aire y el movimiento del aire en un cuerpo humano. El confort se logra cuando la velocidad del aire es inferior a 70 fpm y el índice EDT está dentro del rango de -3 y +2°F

Rango de confort aceptable - temperatura operativa y velocidad de viento con humedad 0.010



Entregables fase 0

Los entregables deben incluir justificación del software utilizado, una descripción detallada de la metodología que se siguió, así como resultados tanto numéricos como gráficos para una visualización sencilla sobre los parámetros obtenidos; a continuación se describe lo que debe acompañar los entregables sobre los resultados de la modelación:

Resultados: el mínimo contenido esperado deberá tener temperaturas en todas las horas del año en los interiores de los espacios, en al menos 2 estaciones (verano e invierno).

Conclusiones: cantidad de horas dentro del rango confort por espacio (por Estándar ASHRAE 55 PMV), incluyendo 3 variantes que lo conforman: temperatura, humedad y velocidad del viento. El responsable de la modelación determina si se cumple o no el confort especificado.

Recomendaciones: en base a las conclusiones, se deberán de proponer los cambios sugeridos en el proyecto para mejorar las condiciones de los espacios que no están en cumplimiento o con resultados no favorables. Dentro de dichas recomendaciones, se podrán sugerir las siguientes soluciones:

Mejorar las condiciones de operación (horarios de operación, factor de carga, entre otros).

Mejorar las condiciones térmicas del espacio (componentes tales como cristales, envolvente, protecciones solares o aberturas, entre otros).

Propuestas en cambios del dimensionamiento de los equipos o propuesta de instalación de nuevo(s) equipo(s).

Las propuestas o mejoras requerirán una nueva iteración con esas nuevas condiciones a solicitud del TEC.



4.1

Energía y eficiencia

4.1.5

Modelos energéticos y de confort



Justificación: La iteración de los componentes de un edificio previo a su concepción y desarrollo nos permitirá simular las condiciones operativas del inmueble, permitiendo obtener información para la toma de decisiones de valor contribuyendo el alcance de objetivos como: eficiencia energética, confort y salud de los ocupantes, cumplimiento con normativas y estándares, entre otras.



Requisito

Modelación energética

La modelación energética debe comprobar que el proyecto mínimamente alcanza el rendimiento de ANSI/ASHRAE/IES 90.1-2013 *Energy Standard for Building*.

Los entregables deben incluir justificación del software utilizado, una descripción detallada de la metodología que se siguió, así como resultados tanto numéricos como gráficos para una visualización sencilla sobre los parámetros obtenidos; así como se especifica para los análisis de asoleamiento y de viento, a continuación se describe lo que debe acompañar los entregables sobre los resultados de la modelación:



Entregables fase 0

Resultados: El mínimo contenido esperado deberá tener consumo energético del edificio por día, mes, estaciones (verano e invierno) y año; asimismo la dinámica de consumo por tipo de sistema, es decir, segmentación del consumo del espacio en sus diferentes equipos. El diseñador determinará las emisiones de CO₂ equivalente de los edificios (huella de carbono).

Conclusiones: Se determina el consumo energético por tipo de sistema anual, por edificio, costos operativos y, en caso de ser especificado, el Análisis de Costo de Ciclo de Vida.

Recomendaciones: en base a las conclusiones, se deberán de proponer los cambios sugeridos en el proyecto para mejorar las condiciones de los espacios que no están en cumplimiento o con resultados no favorables. Dentro de dichas recomendaciones, se podrán sugerir las siguientes soluciones:

Mejorar las condiciones de operación (horarios de operación, factor de carga, entre otros).

Mejorar las condiciones del espacio para eficiencia energética (componentes tales como cristales, envolvente, protecciones solares o aberturas, etc)

Propuestas en cambios del dimensionamiento de los equipos o instalación de nuevo(s) equipo(s).

Requerimientos de generación de energía en sitio (energía renovable u otro sistema de generación).

Las propuestas o mejoras requerirán una nueva iteración con esas nuevas condiciones a solicitud del TEC. La referencia no será una simulación LEED, a menos que sea especificado en el alcance de la modelación.

Infraestructura Tecnológico de Monterrey

ESTÁNDARES DE ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE 4ETEC

Actualización 03/09/2020