Tecnológico de Monterrey

Sostenibilidad y Cambio Climático

Lineamientos Operativos para la Gestión de Energía en Campus del Tecnológico de Monterrey

DIRECCIÓN NACIONAL DE OPERACIONES

SOSTENIBILIDAD CAMBIO CLIMÁTICO

Versión: 02	**Lineamientos operativos para la gestión de energía en campus del Tecnológico de Monterrey**	*Vigencia: Julio 2027

La vigencia no limita la actualización periódica de estos lineamientos, ni el vencimiento de ellos.

	Fecha	**Firma**
Elaboró: Luis Iván Rodríguez Jiménez – Sostenibilidad y Cambio Climático. Paulina López Garay - Sostenibilidad y Cambio Climático. Angel Antonio Cervantes - Sostenibilidad y Cambio Climático	17-ene-2023 01-feb-2026	
Colaboró: Ascensión Peña Sánchez – Edificios. Daniel Rodríguez Treviño - Código de red. Hector Manuel Benavides y Martín Chavarín - Sistemas Fotovoltaicos.	17-ene-2023	
Revisó: Victor Humberto Gutiérrez Campos, Líder Nacional de Medio Ambiente y Sostenibilidad Nurya Hernández, Gerente de Mejora de Servicios y Procesos.	02-feb-2023	
Aprobó: Victor Humberto Gutiérrez Campos, Líder Nacional de Medio Ambiente y Sostenibilidad para Campus	10-OCT-2026	

No. Revisión	**Fecha**	**Descripción del cambio en el documento**	**Fecha de próxima revisión**
01	10-nov-2022	Creación del documento.	01-jul-2023
02	02-jun-2023	Se agrega la tabla de eficiencias mínimas para equipos HVAC	01-jul-2023
04	10-ene-2024	Se agregan lineamientos para las siguientes operaciones: ● Elevadores ● Adquisición y uso de vehículos eléctricos ● Cafeterías y cocinas ● Laboratorios de ingeniería ● Calentadores Solares	02-ene-2024
05	11-ene-2024	Se agrega a los lineamientos el manual para uso de las instalaciones del campus en periodos vacacionales	02-ene-2024

Contenido

I.- Introducción. 6
II.- Glosario. 6
III.- Objetivo. 7
IV.- Alcance. 7
V.- Lineamientos 7
1. Edificios 7
1.1 Operación de aire acondicionado. 7
1.2 Calefacción y enfriamiento. 7
2. Equipos 8
3. Código de red. 8
3.1 Documentación necesaria. 9
3.2 Tensión. 10
3.3 Frecuencia. 11
3.4 Cortocircuito. 11
3.5 Factor de potencia. 11
3.6 Protecciones. 11
3.7 Control. 12
3.8 Intercambio de información. 12
3.9 Calidad de la potencia. 12
4. Sistemas fotovoltaicos 12
4.1 Solicitud de nuevos servicios 12
4.2 Proceso competitivo. 14
4.3. Mantenimiento de equipos 14
4.3.1 Limpieza e inspección visual 16
4.3.2. Reporte de limpieza e inspección visual 16
4.3.3. Mantenimientos preventivos 16
4.3.4. Reporte de mantenimientos preventivos 19
4.3.5. Mantenimientos correctivos 20
5. Iluminación. 21
6. Calderas 21
7. Mantenimiento de subestaciones eléctricas de acuerdo con la NOM-001-SEDE-2012 Título 4 y Artículos 110, 450, 924 22
7.1. Instalación y mantenimiento del equipo eléctrico. 22
7.2. Medio de desconexión general 23
7.3. Coordinación de las protecciones 23

7.4. Resguardos de locales y espacios. 23
7.5. Condiciones de los locales y espacios. 23
7.6. Instalación de alumbrado....24
7.7. Pisos, barreras y escaleras 24
7.8. Accesos y salidas. 25
7.9. Protección contra incendio 25
7.10. Localización y accesibilidad....26
7.11. Equipo a la intemperie o en lugares húmedos 26
8. Transformadores 27
8.1. Resguardo....27
8.2. Ventilación 27
8.3. Puesta a tierra 27
8.4. Marcado 27
8.5. Espacio para el alambrado de las terminales 28
8.6. Accesibilidad....28
8.7. Medios de desconexión 28
8.8. Transformadores tipo secos....28
8.9. Transformadores con aislamiento líquido 28
8.10. Bóvedas para transformadores....29
9. Equipo de cómputo....31
10. Elevadores....32
10.1 Objetivo....32
10.2 Mantenimiento 32
10.3 Criterios a considerar para renovar un elevador 32
11. Cafeterías y cocinas....33
11.1 Refrigerantes Naturales 33
12. Laboratorios 33
12.1 Responsabilidades....33
12.2 Sustitución y Actualización de Equipos:....34
12.3 Laboratorios de Investigación....34
13. Vehículos eléctricos....34
13.1 Política de Carga Nocturna....34
13.2 Infraestructura de Carga 34
13.3 Seguimiento y Evaluación 34
14. Calentadores solares 34
14.1 Evaluación del sitio....34
14.2 Certificaciones y operación:....35

14.3 Mantenimiento y seguimiento: 35

VI. Uso de las instalaciones en periodo vacacional 36

1. Objetivo....36
2. Cierre de las instalaciones 36
3. Revisión de las instalaciones....36
4. Recomendaciones en caso de uso de las instalaciones....37
5. Residencias TEC....37

Responsables de Área			
Responsable	Puesto de Trabajo	Área	Correo de contacto
Claudia Patricia García Briceño	Especialista de Abasto Estratégico para Infraestructura	Infraestructura	clau.garcia@tec.mx
Víctor Humberto Gutiérrez	Líder de Energía e Hidrocarburos	Sostenibilidad y Energía	victorgc@tec.mx

Tabla de personas responsables

I.- Introducción.

El presente lineamiento describe las acciones de conservación y eficiencia energética para la disminución del consumo proveniente de las actividades realizadas en los campus del Tec de Monterrey.

II.- Glosario.

Centro Nacional de Control de Energía (CENACE): Organismo público descentralizado cuyo objeto es ejercer el Control Operativo del Sistema Eléctrico Nacional; la Operación del Mercado Eléctrico Mayorista y garantizar imparcialidad en el acceso a la Red Nacional de Transmisión y a las Redes Generales de Distribución.

Código de Red**:** Es el documento que establece los requerimientos técnicos mínimos para el desarrollo eficiente de los procesos de: Planeación; Medición; Control Operativo y Físico; Acceso y uso de la Infraestructura Eléctrica.

Para consultar el glosario de Código de Red entrar a la siguiente liga (http://bit.ly/3JTOJPg) y revisar la sección C titulada “Glosario” del documento.

Comisión Reguladora de Energía (CRE): Tiene la atribución de emitir, vigilar y asegurar el cumplimiento del marco regulatorio en materia de confiabilidad eléctrica.

Diagrama unifilar: Representación gráfica de los dispositivos, equipos y elementos de un sistema eléctrico.

Ley de la Industria Eléctrica: Ley cuya finalidad es promover el desarrollo sustentable de la industria eléctrica y garantizar su operación continua, eficiente y segura en beneficio de los usuarios. Se busca también el cumplimiento de las obligaciones de servicio público y universal, de Energías Limpias y reducción de emisiones contaminantes.

Sistema Eléctrico Nacional (SEN): Es el sistema que está integrado por:

a) La Red Nacional de Transmisión.

b) Las Redes Generales de Distribución.

c) Las Centrales Eléctricas que entregan energía eléctrica a la Red Nacional de Transmisión o a las Redes Generales de Distribución.

d) Los equipos e instalaciones del CENACE utilizados para llevar a cabo el Control Operativo del Sistema Eléctrico Nacional.

e) Otros elementos que determine la Secretaría.

III.- Objetivo.

Establecer los lineamientos internos de sostenibilidad en materia de energía, para la aplicación y mejora continua en las operaciones de los campus del Tec de Monterrey y lograr las metas para 2025 de Ruta Azul.

IV.- Alcance.

Personal de Planta Física, Líder Regional de Sostenibilidad y grupos de trabajo de sostenibilidad del Tec de Monterrey.

V.- Lineamientos

1. Edificios

1.1 **Operación de aire acondicionado.**

- No encender el aire acondicionado de manera rutinaria si se tiene conocimiento previo de que el espacio no será utilizado.
- Todos los equipos de aire acondicionado deberán ser controlados por un termostato que permita programar horarios de encendido y apagado durante la semana, de manera que se apaguen automáticamente cuando no se requieran (a excepción de los equipos que operan 24/7).
- Cuando el sistema de aire acondicionado esté operando en modo de enfriamiento y la temperatura exterior sea igual o menor a 15°C, el sistema de ventilación deberá permanecer encendido para favorecer el ahorro de energía.

1.2 **Calefacción y enfriamiento.**

- La temperatura estándar de enfriamiento para los edificios es de 75 °F (23.8 °C) y la temperatura de calefacción es de 70°F (21 °C). Estas temperaturas pueden ser modificadas de acuerdo con las necesidades de cada campus, sin embargo, la temperatura de enfriamiento no deberá ser menor a la establecida anteriormente y la calefacción no deberá ser mayor.
- Dar preferencia a los termostatos inteligentes con sensor de movimiento sobre los convencionales.
- En pasillos y corredores, ajustar la temperatura de enfriamiento para que sea igual o mayor a 25°C. En cuanto a la temperatura de calefacción, deberá ser menor o igual a 19 °C.
- Si el sistema lo permite, programar el encendido con no más de media hora de anticipación. De ser posible, encender el equipo justo antes de ser utilizado.

2. Equipos.

2.1 **Requisitos de compra.**

- No se deberán adquirir equipos de eficiencia estándar, priorizando aquellos de alta eficiencia.

En la Tabla 1 se identifican los equipos, los rangos de toneladas (capacidades), y las eficiencias que se considera como “Alta eficiencia”, medida en Ratio de Eficiencia Energética de Temporada (sus siglas en inglés: SEER) para estas dos características.

Equipo	Rango de Toneladas	Alta Eficiencia (SEER)*
Cassette + Cond	1 - 5 Toneladas	19
Chiller Enfriado por aire	70 - 80 Toneladas	11.7
FAN&COIL + COND	1 - 5 Toneladas	20
FAN&COIL + COND	7 - 10 Toneladas	14
Mini split	1 - 3 Toneladas	23
Paquete	7 - 20 Toneladas	15
Paquete	3 - 5 Toneladas	16
Piso-Techo + Cond	5 toneladas	20

Tabla 1. Eficiencias para equipos de HVAC para renovación y reemplazo. *Eficiencia mínima aceptable, si el proveedor ofrece un equipo con mayor eficiencia a esta tabla, será una eficiencia mejor al estándar.

3. Código de red.

De conformidad con lo que establece la Ley de la Industria Eléctrica (LIE) y con el objetivo de cumplir los requerimientos del Código de Red (CR) que fija la Comisión Reguladora de Energía (CRE) en la resolución número RES/550/2021, para todos Centros de Carga (CC) interconectados en media y alta tensión al Sistema Eléctrico Nacional (SEN) que es operado por el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE), todos los Campus del Tec de Monterrey, deberán realizar acciones para que sus instalaciones eléctricas cuenten con la evidencia técnica de cumplimiento requerida en caso de ser solicitado por las autoridades, revisar Tabla 2.

3.1 **Documentación necesaria.**

Para poder cumplir con los requerimientos del Código de Red se debe contar con lo siguiente:

- Niveles de corto circuito en el punto de conexión proporcionados por el CENACE, Transportista o Distribuidor.
- Diagramas Unifilares detallados y actualizados.
- Estudios de corto circuito y coordinación de protecciones en cumplimiento.
- Instalaciones eléctricas en cumplimiento con la NOM-001-SEDE vigente y de acuerdo con los resultados de los estudios de corto circuito y coordinación de protecciones.
- Estudios de calidad de la potencia eléctrica en cumplimiento.

Estos documentos deberán ser actualizados cada año o bien con la regularidad necesaria de acuerdo con las modificaciones o crecimiento particular de cada campus.

Los estudios de calidad de la potencia eléctrica pueden realizarse en media tensión, como lo requiere el Código de Red, o en baja tensión en el secundario de cada transformador. En el primer caso, se requiere contar con la autorización del Transportista o Distribuidor para poder utilizar los mismos transformadores de corriente y potencial del medidor fiscal, o bien, realizar las libranzas y adecuaciones necesarias para colocar de manera temporal otros transformadores de corriente y potencial y ejecutar las mediciones. Un beneficio adicional de las mediciones en baja tensión es que se pueden identificar y corregir los sitios donde se originan los problemas de calidad de potencia. Para lo anterior, se requiere elaborar adicionalmente un estudio de flujos de potencia para simular de manera computacional el comportamiento del sistema eléctrico y documentar el cumplimiento del código de red en el punto de conexión.

En los campus donde se justifique por temas de inversión, se requerirá la instalación permanente de transformadores de corriente y potencial en media tensión, así como de un medidor de calidad de energía Clase A con su respectivo software y sistema de comunicación. Esto permitirá la recopilación y verificación del cumplimiento del código de red de manera constante.

Con referencia al “Manual Regulatorio de Requerimientos Técnicos para la Conexión de Centros de Carga al Sistema Eléctrico Nacional” que se incluye en la resolución RES/550/2021 publicada el 31 de diciembre del 2021, cada servicio que cuente con un contrato de suministro eléctrico debe cumplir con lo siguiente de acuerdo con el nivel de tensión y demanda contratada:

Requerimiento	Centros de Carga conectados en Media Tensión con demanda contratada < 1 MW	Centros de Carga conectados en Media Tensión con demanda contratada >= 1 MW	Centros de Carga conectados en Alta Tensión
2.1 Tensión	Aplica		
2.2 Frecuencia	Aplica		
2.3 Corto circuito	Aplica		
2.4 Factor de Potencia	No Aplica	Aplica	
2.5 Protecciones	Aplica		
2.6 Control	Aplica sólo para RDC (Recursos de Demanda Controlable)		
2.7 Intercambio de Información	Aplica conforme lo señale el Manual de TIC (Tecnolgías de información y Comunicación)		
2.8 Calidad de la potencia	Aplica sólo el desbalance de tensión y de corriente	Aplica	

Tabla 2. Requerimientos de código de red, tomado del manual Regulatorio de Requerimientos Técnicos para la Conexión de Centros de Carga al Sistema Eléctrico Nacional.

De acuerdo con la NMX-J-098-ANCE-2014, las tensiones normalizadas en México son: baja tensión <1 kV; media tensión entre 1 y 35 kV, alta tensión entre 35 y 230 kV; extra alta tensión 400 kV.

De acuerdo con el Manual Regulatorio de Conexión, los requerimientos técnicos serán referidos y observados en el Punto de Conexión, es decir, directamente en la acometida eléctrica en la parte de media o alta tensión. Estos requerimientos se exponen con detalle en el Capítulo 2 del Manual, mismos que se resumen a continuación:

3.2 **Tensión.**

En estado operativo normal, los Centros de Carga deberán seguir conectados ante variaciones permanentes de tensión en un rango de 95% a 105% del valor nominal, que para media y alta tensión es 13.8 kV, 23.0 kV, 115 kV ó 230 kV de acuerdo a la red en que se realice la interconexión. Y en estado operativo diferente al normal, los Centros de Carga deberán mantenerse conectados ante variaciones temporales por hasta 20 minutos en un rango de tensión de 90% a 110%.

3.3 **Frecuencia.**

Los Centros de Carga deben ser capaces de soportar variaciones de frecuencia y permanecer conectados de manera permanente en un rango de 59 a 61 Hz y de manera temporal por hasta 30 minutos en un rango de 58 a 62.5 Hz.

3.4 **Cortocircuito.**

La capacidad interruptiva y la capacidad de corto circuito de las protecciones eléctricas del Centro de Carga deberán ajustarse de acuerdo con los niveles de corto circuito disponibles en el punto de conexión a la red general de distribución en media tensión o a la red nacional de transmisión si es el caso. Estos valores deben ser proporcionados por el CENACE en caso de alta tensión y por el Distribuidor para media

3.5 **Factor de potencia.**

En estado operativo normal, los Centros de Carga conectados en media tensión con una demanda contratada mayor o igual a 1 MW y los Centros de Carga conectados en alta tensión deberán mantener un factor de potencia entre 0.95 en atraso y 1.0 en el Punto de Conexión, con medición cinco-minutal conforme a la NOM-001-CRE/SCFI-2019 vigente o la que la sustituya. Dichos Centros de Carga deberán cumplir con este requerimiento al menos el 95% del tiempo durante un periodo mensual. La vigencia de este requerimiento permanecerá hasta el 8 de abril de 2026. Posterior a esta fecha, el requerimiento del factor de potencia será de 0.97 en atraso y 1.0.

3.6 **Protecciones.**

Los Puntos de Conexión de Centros de Carga a la red general de distribución en media tensión o a la red nacional de transmisión deben contar con esquemas de protección. El Transportista y/o Distribuidor deberán verificar los sistemas de protección para asegurar su adecuada coordinación de protecciones para liberar fallas. Los Centros de Carga son responsables de la implementación y funcionamiento de sus sistemas de protección, para que estos se encuentren coordinados y que sean capaces de liberar las fallas causadas en sus instalaciones.

3.7 **Control.**

El CENACE deberá establecer las características del registro de instrucciones de despacho de los Recursos de Demanda Controlable (RDC). A su vez, el Centro de Carga con Demanda Controlable, deberá adaptar sus sistemas para recibir la instrucción, de conformidad con el Manual de TIC.

3.8 **Intercambio de información.**

A solicitud del CENACE, los Centros de Carga deben cumplir con lo establecido en el Manual de Requerimientos de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC) para el Sistema Eléctrico Nacional y el Mercado Eléctrico Mayorista de acuerdo con sus características. Se puede consultar el manual en la siguiente liga: https://bit.ly/3llutfj. El manual puede ser actualizado, se debe de revisar que este sea el documento vigente

3.9 **Calidad de la potencia**.

Todos los Centros de Carga conectados en niveles de media tensión con una demanda contratada igual o superior a 1 MW y los Centros de Carga conectados en niveles de Alta Tensión deberán asegurarse de que en los Puntos de Conexión a la red no existan distorsiones armónicas en corriente, desbalances de tensión y corriente, ni fluctuaciones en la tensión del Suministro Eléctrico causadas por sus instalaciones más allá de lo especificado en el apartado correspondiente del Manual Regulatorio para la Conexión. Los Centros de Carga en media tensión, con una demanda contratada menor a 1 MW, sólo deberán cumplir con el requerimiento de desbalance de tensión y de corriente.

4. Sistemas fotovoltaicos

4.1 **Solicitud de nuevos servicios**

A continuación, se describen los pasos que se deberán tomar a fin de detonar una central eléctrica fotovoltaica en algún predio de la institución:

El primer paso, se debe identificar en conjunto con el Coordinador de Planta Física, el/la Director(a) de Servicios Operativos (DSO), el Director del campus y con Planes Maestros el o los posibles edificios, estacionamientos o áreas en las que se tenga interés de instalar la central eléctrica fotovoltaica.

Una vez identificada el área, deberá contactarse con el Líder Nacional de Energía a fin de solicitar un diseño preliminar[1], mismo que servirá de base para la cotización del proyecto.

Para lo anterior, se deberá compartir según disponga:

- Nombre del proyecto.
- Intención del proyecto.
- Domicilio.
- Coordenadas.
- Contactos.
- Croquis del campus donde se identifiquen las áreas de análisis.
- Fotografías.
- Planos de conjunto (azotea), considerando elementos adicionales a ser instalados como HVAC (Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado), tuberías, extractores, tragaluces, entre otros.
- Planos de cortes longitudinales y o de elevaciones, además de identificar el tipo de loza y estado actual del impermeabilizante.

[1.] *El diseño preliminar es un diseño conceptual realizado a partir de imágenes satelitales, fotografías, planos de conjunto o del área específica, entre otros datos de entrada, en el cual se muestra el desplante preliminar de los módulos fotovoltaicos, la generación anual de*

energía estimada; indicando además tanto la capacidad como la cantidad estimada de módulos, inversores, así como la estructura a ser utilizada.

El Líder Nacional de Energía designará la solicitud a un Líder Regional de Sostenibilidad según disponibilidad, a fin de generar o contratar el desarrollo de un diseño preliminar, definiendo previamente la capacidad del sistema, considerando las regulaciones vigentes, los consumos históricos, la demanda contratada y el área disponible tomando en cuenta las "Consideraciones para el desplante de los módulos en azotea" y "Consideraciones para para el desplante de los módulos en estructuras tipo Carport" definidas en Estándar.

Una vez concluido el diseño preliminar, será enviado al solicitante a fin de que obtenga el visto bueno de las ubicaciones por los validadores internos. En caso de aprobar la solicitud, se deberá proseguir con la factibilidad técnica del área, derivando de este último punto estudios específicos como lo son análisis estructurales, levantamientos topográficos y mecánica de suelos, según lo requerido para cada área. En el anexo "Estudios técnicos" podrá encontrar los requerimientos y consideraciones para su contratación definida en Estándar.

Una vez cuente con los estudios específicos deberá compartirlos a quien realizó el diseño preliminar, a fin de que éste valide en conjunto con el estructuralista si el proyecto puede llevarse a cabo, si requiere alguna modificación, o bien, si deberá descartarse.

4.2 **Proceso competitivo.**

Una vez concluido el diseño preliminar, con este podrá realizarse el proceso competitivo para el Diseño y la construcción de la central eléctrica fotovoltaica a los proveedores previamente validados por abastecimiento estratégico. Además, deberá realizarse un proceso competitivo adicional para el comisionamiento tanto del diseño como de la construcción de la central eléctrica fotovoltaica.

4.3. Mantenimiento de equipos

Tanto los nuevos sistemas como los que actualmente se encuentran en operación, deberán contar con un contrato de mantenimiento preventivo, a fin de mantener el sistema operando en condiciones óptimas, el cual deberá cubrir temas de monitoreo, revisión, limpieza, ajustes a piezas mecánicas, reparaciones menores y gestión de garantías, entre otros identificados en el Estándar.

El responsable del campus deberá comunicarse con el Líder Regional de Sostenibilidad correspondiente a la región involucrada a fin de establecer las características del servicio de mantenimiento a cotizar, que, si bien se basan en lo establecido en el Estándar, podrán tener variaciones dependiendo de las características específicas del siste ma.

Una vez definidas las características se lanzará la Solicitud de Propuesta (RFP), invitando a los proveedores previamente validados por el equipo de abasto estratégico, quien apoyará además con la definición de los contratos de servicio correspondientes.

En caso de querer invitar a un proveedor adicional a los previamente validados, deberá compartir la información a la Analista de Abasto Estratégico Infraestructura del equipo de Abasto estratégico, a fin de que solicite la información correspondiente para la evaluación de dicho proveedor.

En caso de no conocer al Líder Regional de Sostenibilidad correspondiente, contactarse con el Líder Nacional de Medio Ambiente y Sostenibilidad para Campus.

Una vez contratado el servicio, el Líder Regional de Sostenibilidad correspondiente realizará un monitoreo mensual de las estadísticas de generación de los sistemas donde se comprarán con los datos de diseño, a fin de identificar posibles problemas, mismos que informará al responsable de planta física para que agende los servicios correspondientes con el proveedor.

En caso de daños presentados en las instalaciones, el responsable de planta física deberá informar tanto al proveedor como al Líder Regional de Sostenibilidad correspondiente, a fin de atenderlos a la brevedad.

Listado de Campus con fotovoltaicos y su capacidad.

Entidad	Campus	RPU	Tipo de sistema	Capacidad Instalada	kW [AC]	Generación anual [Diseño]
Tecmilenio	UTM Ciudad Juárez	596111002843 596150905885	Carport	228.7 kWp	125	398.3 MWh
Tecmilenio	UTM Hermosillo	520061100133	Carport	224 kWp	187.5	399.1 MWh
Tecmilenio	UTM Querétaro	76150206053	Carport	162.3 kWp	133	279.4 MWh
Tecmilenio	UTM Laguna	609071002432	Carport	213.3 kWp	175	318.7 MWh
Tecmilenio	UTM Mérida	771080906231	Carport	210.9 kWp	175	305.3 MWh
ITESM	Campus Guadalajara	432101202591	Azotea	392.06 kWp	437	600.87 MWh
ITESM	Campus Sonora Norte	520830701358	Azotea	487 kWp	405	781.6 MWh
ITESM	Campus Monterrey	415850100654	Azotea	392.3 kWp	330	597.6 MWh
ITESM	Campus Ciudad de México	965971004415	Azotea	302.4 kWp	300	4.8 MWh

4.3.1 Limpieza e inspección visual

A fin de optimizar la generación de energía eléctrica en las centrales eléctricas de las INSTITUCIONES se considera la limpieza de la totalidad de los módulos que las integran, así como la inspección visual de los elementos mecánicos y eléctricos que la integran, del estado de la impermeabilización, e identificación en caso de existir, de daños, encharcamientos, basura y/o elementos que obstruyan el área de trabajo o que proyecten sombras que afecten a los módulos.

Las actividades de limpieza deberán realizarse con el equipo adecuado y en horas consideradas de baja generación, a fin de evitar daños en los módulos e inversores, así como reducir los riesgos al personal que los realice.

Previo y posterior a la realización de las actividades de limpieza en Las Centrales Eléctricas Fotovoltaicas, estas se deberán desactivar o reactivar, según corresponda, a la alimentación de energía de las mismas.

La reactivación de las centrales deberá ser realizada en horas de baja producción, pudiendo ser solicitada la realización de dicha acción a los responsables de planta física de dicho campus.

4.3.2. Reporte de limpieza e inspección visual

Posterior a la realización de los trabajos de limpieza e inspección visual se deberá generar un reporte que contenga:

a. Fotografías previo y posterior de las actividades
b. Resumen de estado de módulos (En caso de existir la presencia de elementos anormales que pongan en riesgo la integridad de los módulos, como son la presencia de pinturas, cementos, químicos, o cualquier elemento diferente de la suciedad, así como la presencia de fracturas, rupturas o daños)
c. Resumen de anomalías observadas o corregidas en la inspección visual.

4.3.3. Mantenimientos preventivos

A fin de garantizar la operación, seguridad y confiabilidad en las centrales eléctricas de las INSTITUCIONES se considera la realización de mantenimientos preventivos a los mismos, cuyo alcance se define mas no se limita al siguiente:

Limpieza e inspección Visual:

Según lo descrito en el apartado “Limpieza e inspección visual”

Revisión termográfica:

Se solicita la realización de una inspección preferentemente en los meses de mayor irradiación solar, para comprobar, módulos, inversores, transformadores e interruptores, así como sus respectivos puntos de conexión eléctrica estén operando bajo temperaturas permisibles.

Revisión de la estructura:

- Revisión y mantenimiento de estructura: Se deberá realizar una revisión general de todos los elementos mecánicos de la estructura, comprobando el torque de toda la tornillería tanto del anclaje de la estructura, como de los largueros con las vigas y de los elementos de tierra física. En caso de presentar daños, corrosión y/u oxidación que ponga en riesgo su función de soporte, deberán ser sustituidos, reparados y/o pintados, según sea el material y el caso.
- Revisión del estado físico de los mid-clamps y end-clamps, comprobando que cumplen su función; en caso de que una se encuentre en mal estado, ya sea corrosión o rotura en su resorte, sustituir la pieza.
- Revisión y mantenimiento a bases para sistemas autosoportados, cimentaciones de estructuras tipo carport y registros de concreto, deberán ser revisados a fin de comprobar que se encuentren en buen estado y no presenten roturas o quebraduras que pongan en riesgo su función de soporte, buscando evitar además filtraciones de agua que pudiera ocasionar una futura falla estructural. Resanar, sellar o impermeabilizar, según el elemento y el caso.

Revisión de módulos fotovoltaicos:

- Revisar la continuidad entre strings de módulos, así como sus valores de tensión y corriente para comprobar que estén operando en valores nominales.
- Revisión física de conexiones y conductores de DC y AC para la detección de posibles deterioros; en caso de requerirse, sustituir los necesarios.
- Comprobar que no haya infiltración de humedad en paneles; en caso de presentarse, removerla y comprobar la causa de la infiltración para subsanar el defecto.

Revisión de cableado y conexiones:

- Comprobar estado de conductores y conexiones a fin de buscar que no existan humedad, cuarteaduras, sulfatación u oxidación. De ser necesario, sustituir la conexión, y subsanar la causa que la ocasionó.
- Comprobar todas las conexiones desde módulos a inversores, reajustar y/o cambiar terminales o MC4 según sea el caso.
- En cajas combinadoras, revisar el estado de los fusibles, reemplazando los dañados.

Revisión y mantenimiento a Inversores:

- Limpieza de polvo, suciedad, humedad y filtraciones de agua en el interior del inversor.
- Limpieza de rejillas, reemplazo de filtros de entrada y salida de aire, comprobación del funcionamiento correcto de los ventiladores.
- Comprobar el correcto apriete de las conexiones, reajustando en caso de ser requerido
- Verificar el correcto funcionamiento de protecciones de sobretensión y sobrecorriente en AC y DC, sustituir en caso de que ya no sea capaz de cumplir correctamente su función.
- Inspección visual de los fusibles y seccionadores existentes y, dado el caso, engrase de los contactos.
- Comprobación de la función de parada de emergencia.
- Inspeccionar y, dado el caso, reponer las etiquetas de indicación de advertencia.

Revisión y mantenimiento al sistema de tierras:

- Revisión de la continuidad en el sistema de aterrizaje desde los módulos, estructuras, inversores, tableros y tuberías hasta el sistema general de tierras.
- Revisión de la resistencia eléctrica en la varilla o conexión final del sistema de tierras de la central eléctrica fotovoltaica.

Mantenimiento a transformadores: (Baja tensión)

- Se deberá efectuar una limpieza general del transformador
- Comprobar el correcto apriete de las conexiones, reajustando en caso de ser requerido.
- Comprobar que la posición del seccionador de voltaje está en el adecuado para el sistema.
- Comprobar si los bornes presentan alteraciones que pudieran ocasionar una futura falla; cambiar conexiones en caso de ser necesario.

- Inspeccionar y, dado el caso, reponer las etiquetas de indicación de advertencia.
- Comprobar el funcionamiento correcto de los ventiladores.
- Realizar pruebas de aislamiento y relación de transformación.

Revisión de Interruptores:

- Revisar que el ajuste de los interruptores se encuentre configurado a los valores requeridos.
- Comprobar el correcto apriete de las conexiones, reajustando en caso de ser requerido
- Comprobar el estado y la fijación de gabinetes y/o tableros.

Debido al peligro inminente por riesgo eléctrico, las operaciones de mantenimiento se deben realizar con los equipos desconectados y sin tensión; aplicable para los mantenimientos y pruebas que no requieren que el equipo esté operando.

4.3.4. Reporte de mantenimientos preventivos

Posterior a la realización de los trabajos de mantenimiento preventivo se deberá generar un reporte que contenga:

a. Reporte de limpieza e inspección visual

Según lo descrito en el apartado **"Reporte de limpieza e inspección visual"**

b. Reporte de acciones, efectuadas en el mantenimiento preventivo (Incluir fotografías)

Deberá entregarse un reporte general de mantenimiento preventivo fotovoltaico, el cual incluya las acciones realizadas, el estado y ajuste de los elementos mecánicos, estructurales y eléctricos, así como el estado general de los módulos e inversores.

c. Reporte de pruebas

Resultados de los valores de tensión y corriente en AC y DC de las pruebas de revisión de módulos fotovoltaicos, de aislamiento y relación de transformación realizadas en el mantenimiento a transformadores y de la resistencia eléctrica en la varilla o conexión final del sistema de tierra realizada en la revisión y mantenimiento al sistema de tierras

d. Reporte termográfico

Con el objetivo de detectar puntos calientes y posibles fallas, en el caso de detectar una anomalía según el caso se deberá considerar lo siguiente:

- Anomalía térmica en módulos: Desconectar y realizar pruebas de Voltaje de Circuito Abierto (Voc) y Corriente de Corto Circuito (Isc) individuales. Reporte con posibles causas y recomendaciones.

- Anomalía térmica en Inversores: Desconexión, limpieza, ajuste de terminales y revisión, reporte con posibles causas y recomendaciones.
- Anomalía térmica en cableado, tableros, transformadores e interruptores: Desconexión, ajuste de terminales y cableado, reporte con posibles causas y recomendaciones.

e. Identificación de áreas de oportunidad o de falla que requieran un mantenimiento correctivo.

4.3.5. Mantenimientos correctivos

Se considerará mantenimiento correctivo a todo aquel que no pueda ser solucionado durante el mantenimiento preventivo o que requiera el cambio de módulos, inversores, ya sea por gestión de garantías o bien por la adquisición de nuevos equipos en los casos que estas ya no sean válidas, o bien porque representa una inversión mayor.

Visita y reporte de falla

En caso de detectarse una falla persistente en módulos, inversores u otro elemento de la instalación, se solicitará al proveedor su asistencia a la central a fin de realizar revisiones o pruebas específicas, incluyendo en el caso de ser posible la solicitud del RMA, esto siempre que aún se cuente con garantía. Los trabajos de procura y/o reemplazo de equipos deberán ser cotizados de forma independiente al alcance de esta visita.

En caso de que se requiera un reemplazo de los equipos como paneles, inversores, interruptores, transformadores, entre otros componentes del sistema, y la garantía no aplique, el Campus decidirá cotizar con el mismo PROVEEDOR ganador, o bien, con algún otro externo, según decida el Campus.

La definición de la causa del mantenimiento correctivo será llevada a cabo entre el Campus y el PROVEEDOR ganador.

Reporte de mantenimientos correctivo

Deberá entregarse un reporte general del mantenimiento correctivo, el cual incluya las acciones realizadas, el estado de los elementos afectados, las causas del daño, entre otros detalles de la anomalía, así como su correspondiente solución.

Desmontaje y Montaje de Módulos

En su mayoría las azoteas de nuestros edificios cuentan con membrana asfáltica como impermeabilizante, lo que garantiza una duración garantizada de al menos 10 años contra infiltraciones, sin embargo cuando es requerido realizar la renovación de esta en un edificio que cuenta con una central eléctrica fotovoltaica se vuelve indispensable el retiro del sistema para evitar dañarlo en el proceso, ya que estas instalaciones requieren de la

aplicación de altas temperaturas como parte de su procedimiento, por lo que en caso de ser requerida dicha acción se llevará un proceso competitivo independiente a este para la realización de las actividades de desmontaje, albergue y montaje de los elementos que conforman a la central en cuyo caso obstruyan o imposibiliten la renovación de la impermeabilización.

5. Iluminación.

Si es necesario realizar cambios en las luminarias del campus, se debe contactar con el equipo de abasto. Ellos podrán aconsejarle sobre la mejor forma de proceder y garantizar que los cambios se realicen de forma correcta y con los proveedores de la institución. Contactar al Analista de Abasto Estratégico (Revisar tabla de responsables) Infraestructura para consultar el catálogo de luminarias.

Los proveedores de la institución realizan auditorías gratuitas para asegurar que la adquisición de luminarias sean las adecuadas para la necesidad.

6. Calderas.

Para la operación eficiente de las calderas se recomienda seguir las siguientes indicaciones:

- La eficiencia de las calderas no debe ser menor a 90%.
- Identificar los edificios que se encuentren conectados a los sistemas de calderas de cada central, así como los edificios que cuentan con otra tecnología para regular la temperatura (ejemplo: resistencias).
- Revisar el pronóstico del clima para anticipar las operaciones que se estarán llevando a cabo en la central con el propósito de proveer calefacción o enfriamiento, según corresponda.
- En caso de que los chillers y las calderas compartan la misma tubería, es necesario recircular el agua en la caldera apagada para reducir su temperatura. Esto se debe a que los chillers son sensibles a temperaturas altas y pueden dañarse.
- Seguir el proceso de revisión indicado por el fabricante antes de encender los equipos. Es importante revisar los puntos básicos para que las operaciones sean seguras: presión del gas, asegurar que haya buena ventilación y que las válvulas en se encuentren en buen estado.
- Mantener limpios los intercambiadores de las calderas para que operen con la mayor eficiencia posible.
- Revisar los sensores de temperatura por lo menos una vez al año previo a la temporada de frío.

7. Mantenimiento de subestaciones eléctricas de acuerdo con la NOM-001-SEDE-2012 Título 4 y Artículos 110, 450, 924

Definición: espacio al interior o exterior dedicado a recibir y distribuir la energía eléctrica en un edificio, así como establecer los niveles de tensión adecuados para los equipos o servicios. Los elementos que la conforman son: transformadores, elementos de maniobra como interruptores y seccionadores, protecciones eléctricas, como fusibles o interruptores automáticos, tableros de distribución, interruptores de circuitos derivados, así como sistemas de medición de energía eléctrica.

Materiales: en todas las instalaciones eléctricas deben utilizarse materiales y equipos (productos) que cumplan con las normas oficiales mexicanas, con las normas mexicanas y, a falta de éstas, ostentar las especificaciones internacionales, las del país de origen o en su caso las del fabricante con las que cumplen.

Los materiales y equipos (productos) de las instalaciones eléctricas sujetos al cumplimiento de normas oficiales mexicanas o normas mexicanas, deben contar con un certificado expedido por un organismo de certificación de productos, acreditado y en su caso aprobado.

Aprobado: aceptado para su utilización.

7.1. Instalación y mantenimiento del equipo eléctrico.

- La construcción de instalaciones eléctricas debe ejecutarse por personas calificadas y con productos aprobados. El equipo eléctrico debe instalarse de acuerdo con sus instrucciones de instalación.
- Las instalaciones eléctricas deben probarse e inspeccionarse antes de ponerlas en servicio y después de cualquier modificación importante, para comprobar la adecuada ejecución de los trabajos de acuerdo con las normas oficiales mexicanas, en particular la NOM-001-SEDE-2012.
- Las instalaciones eléctricas se deben probar e inspeccionar periódicamente.
- El equipo de las subestaciones debe ser instalado y mantenido para reducir al mínimo los riesgos de accidentes del personal, así como el consumo de energía.
- Antes de ser puesto en servicio, debe comprobarse que el equipo eléctrico cumple con los requisitos establecidos en las normas oficiales mexicanas, posteriormente, debe ser mantenido en condiciones adecuadas de funcionamiento, haciendo inspecciones periódicas para comprobarlo. El equipo defectuoso debe ser reparado o reemplazado.
- Los equipos deben soportarse y fijarse de manera consistente a las condiciones de servicio esperadas. Los equipos pesados como transformadores quedan asegurados

por su propio peso, pero aquellos donde se producen esfuerzos por sismo o fuerzas dinámicas durante su operación, pueden requerir medidas adicionales.

7.2. Medio de desconexión general

Toda subestación debe tener en el punto de enlace entre el suministrador y el usuario un medio de desconexión general, ubicado en un lugar de fácil acceso y en el límite del predio.

Dispositivo general de protección contra sobrecorrientes.

Toda subestación debe tener en el lado primario y en lado secundario un dispositivo general de protección contra sobrecorrientes para la tensión y corriente del servicio, con valores nominales de acuerdo a la corriente de interrupción (cortocircuito) y a la capacidad o ajuste de disparo.

En caso de que la subestación emplee más de un transformador, cada uno de ellos debe tener su propio dispositivo de medio de desconexión y protección contra sobrecorrientes

7.3. Coordinación de las protecciones

La protección del equipo eléctrico instalado en la subestación no debe depender del sistema de protección del suministrador.

Las fallas por cortocircuito en la instalación no deben ocasionar la apertura de las líneas suministradoras, lo cual puede afectar el servicio a otros usuarios, para tal fin se debe consultar con el suministrador con objeto de obtener la coordinación correspondiente.

7.4. Resguardos de locales y espacios.

Los locales y espacios en que se instalen subestaciones deben tener restringido y resguardado su acceso; por medio de cercas de malla, muros o bien en locales especiales para evitar la entrada de personas no calificadas. Los resguardos deben tener una altura mínima de 2.10 metros

7.5. Condiciones de los locales y espacios.

Los locales donde se instalen subestaciones deben cumplir con lo siguiente:

- Deben estar hechos de materiales resistentes al fuego de al menos una hora.
- No deben emplearse como almacenes, talleres o para otra actividad que no esté relacionada con el funcionamiento y operación del equipo.
- No debe haber polvo, aserrín o pelusas combustibles en cantidades peligrosas ni gases inflamables o corrosivos.
- Deben tener ventilación adecuada para que el equipo opere a su temperatura y para minimizar los contaminantes en el aire bajo cualquier condición de operación.

- Deben mantenerse secos

7.6. Instalación de alumbrado

- Los niveles de iluminación mínima, para subestaciones debe ser de 200 lux en general y en frente de tableros debe ser de 250 a 300 lux.
- Contactos y unidades de alumbrado. Los contactos para conectar aparatos portátiles deben situarse de manera que, al ser utilizados, no se acerquen en forma peligrosa a cordones flexibles o a partes vivas.
- Las unidades de alumbrado deben situarse de manera que puedan ser controladas, repuestas y limpiadas desde lugares de acceso seguro. No deben instalarse usando conductores que cuelguen libremente y que puedan moverse de modo que hagan contacto con partes vivas del equipo eléctrico.
- Circuito independiente. En subestaciones, el circuito para alumbrado y contactos debe alimentar exclusivamente estas cargas y tener protección adecuada contra sobrecorriente independiente de los otros circuitos.
- Control de alumbrado. Con objeto de reducir el consumo de energía y facilitar la visualización de fallas en el área de equipos, barras y líneas, el alumbrado debe permanecer al mínimo valor posible, excepto en los momentos de maniobras.
- Eficiencia. Para optimizar el uso de la energía, se recomienda proporcionar mantenimiento e inspeccionar las luminarias y sus conexiones.
- Alumbrado de emergencia. Debe colocarse en el local, cuando menos, una lámpara para alumbrado de emergencia en cada puerta de salida del local.

7.7. Pisos, barreras y escaleras

- Pisos. En las subestaciones los pisos deben ser planos, firmes y con superficie antiderrapante, se debe evitar que haya obstáculos en los mismos. Los huecos, registros y trincheras deben tener tapas adecuadas. El piso debe tener una pendiente (se recomienda una mínima de 2.5 por ciento) hacia las coladeras del drenaje.
- Barreras. Todos los huecos en el piso que no tengan tapas o cubiertas adecuadas y las plataformas de más de 50 centímetros de altura, deben estar provistos de barreras, de 1.20 metros de altura, como mínimo.
- Escaleras. Las escaleras que tengan cuatro o más escalones deben tener pasamanos. Las escaleras con menos de cuatro escalones deben distinguirse convenientemente

- del área adyacente, con pintura de color diferente u otro medio. No deben usarse escaleras tipo "marino", excepto en bóvedas.

7.8. Accesos y salidas.

Los locales y cada espacio de trabajo deben tener un acceso y salida libre de obstáculos. Si la forma del local, la disposición y características del equipo en caso de un accidente pueden obstruir o hacer inaccesible la salida, el área debe estar iluminada y debe proporcionar un segundo acceso y salida, indicando una ruta de evacuación.

La puerta de acceso y salida de un local debe abrir hacia afuera y estar provista de un seguro que permita su apertura, desde adentro. En subestaciones interiores, cuando no exista espacio suficiente para que el local cuente con puerta de abatimiento, se permite el uso de puertas corredizas, siempre que éstas tengan claramente marcado su sentido de apertura y se mantengan abiertas mientras haya personas dentro del local.

La puerta debe tener fijo en la parte exterior y en forma completamente visible, un aviso con la leyenda: "PELIGRO ALTA TENSIÓN", así como los señalamientos indicados en las normas oficiales mexicanas

7.9. Protección contra incendio

a. Extintores. Deben colocarse extintores portátiles, tantos como sean necesarios en lugares visibles, de fácil acceso, libres de obstáculos y debidamente señalizados, situando dos, cuando menos, a una distancia que no exceda de 15 metros de la entrada de las subestaciones. En tensiones mayores de 1000 volts no se deben utilizar extintores de polvo químico seco.

b. Contenedores de aceite. En el equipo que contenga aceite, se deben tomar considerar las siguientes medidas:

i. Proveer medios adecuados para confinar, recoger y almacenar el aceite que pudiera escaparse del equipo, mediante recipientes o depósitos independientes del sistema de drenaje, con una capacidad del 100 por ciento de la capacidad de aceite del equipo. Para transformadores mayores que 1000 kilovolt-amperes, el confinamiento debe ser para una capacidad de 20 por ciento de la capacidad de aceite del equipo y cuando la subestación tiene más de un transformador, una fosa colectora equivalente al 100 por ciento del equipo de mayor capacidad.

ii. Separar los equipos en aceite con respecto a otros aparatos, por medio de barreras resistentes al fuego al menos una hora, o bien por una distancia suficiente para evitar la proyección de aceite incendiado de un equipo hacia los otros aparatos.

7.10. Localización y accesibilidad

a. Los tableros deben colocarse donde el operador no esté expuesto a daños por la proximidad de partes vivas o partes de maquinaria o equipo en movimiento.

b. No debe haber materiales combustibles en la cercanía.

c. El espacio alrededor de los tableros debe conservarse despejado y no usarse para almacenar materiales.

d. El equipo de interruptores debe estar dispuesto de forma que los medios de control sean accesibles al operador.

7.11. Equipo a la intemperie o en lugares húmedos

En instalaciones a la intemperie o en lugares húmedos, el equipo debe estar diseñado y construido para operar satisfactoriamente bajo cualquier condición atmosférica existente.

Consideraciones ambientales

Los equipos deben ser capaces de soportar los esfuerzos sísmicos que se le transmiten del suelo a través de sus bases de montaje y que resultan de las componentes de carga vertical y horizontal, más la ampliación debida a la vibración resonante.

Partes con movimientos repentinos

Todas las partes que se mueven repentinamente y que puedan lastimar a personas que se encuentren próximas, deben protegerse por medio de resguardos.

Identificación del equipo eléctrico

Para identificar al equipo eléctrico en subestaciones se recomienda pintarlo y modificarlo, usando placas, etiquetas o algún otro medio que permita distinguirlo fácilmente, tanto respecto de su funcionamiento como del circuito al que pertenece. Es conveniente establecer un método de identificación uniforme en todo el equipo instalado en una subestación o en un grupo de instalaciones que correspondan a un mismo usuario.

Esta identificación no debe colocarse sobre cubiertas removibles o puertas que puedan ser intercambiadas.

Tarimas y tapetes aislantes.

Las tarimas deben ser de material aislante sin partes metálicas, con superficie antiderrapante y con orillas biseladas. Los tapetes también deben ser de material aislante.

En subestaciones de tipo interior, las tarimas y tapetes deben instalarse cubriendo la parte frontal de los equipos de accionamiento manual, que operen a más de 1000 volts entre conductores; su colocación no debe presentar obstáculo en la apertura de las puertas de los gabinetes.

Para subestaciones tipo pedestal o exteriores no se requieren tapetes o tarimas aislantes.

8. Transformadores

8.1. Resguardo

Los transformadores se deben resguardar y/o proteger físicamente en cuanto a:

a. Protección mecánica. Cuando los transformadores están expuestos a daños físicos, se deben adoptar las medidas adecuadas para reducir al mínimo la posibilidad de daños a los transformadores por causas externas.

b. Caja o envolvente. Los transformadores tipo seco deben estar instalados en un tanque o en un envolvente no combustible y resistente a la humedad que ofrezca protección contra la inserción accidental de objetos extraños.

c. Partes energizadas expuestas. Todas las partes energizadas se deben resguardar

d. Advertencia de tensión. La tensión de funcionamiento de las partes vivas en las instalaciones de transformadores, se debe indicar por anuncios o marcas visibles colocadas en los equipos o estructuras.

8.2. Ventilación

La ventilación debe ser la adecuada para eliminar las pérdidas del transformador a plena carga sin provocar aumentos de temperatura que excedan sus valores nominales.

8.3. Puesta a tierra

Las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente de las instalaciones de transformadores, incluidas las cercas, barreras, protecciones, etc., se deben poner a tierra y unirse en las condiciones y con los métodos especificados en las normas oficiales para los equipos eléctricos y otras partes metálicas expuestas.

8.4. Marcado

Todos los transformadores deben tener una placa de características en la que conste el nombre del fabricante, el valor nominal en kVA, la frecuencia, la tensión del primario y del secundario, la impedancia, las distancias necesarias para los transformadores con aberturas de ventilación y la cantidad y el tipo del líquido de aislamiento, cuando se use. Además, en la placa de características de todos los transformadores de tipo seco se debe incluir la clase de temperatura del sistema de aislamiento.

8.5. Espacio para el alambrado de las terminales

El espacio mínimo para formar dobleces del alambrado en las terminales fijas de conexión de la alimentación y de la carga de los transformadores, debe ser como se requiere en las normas oficiales.

8.6. Accesibilidad

Todos los transformadores y las bóvedas para transformadores deben ser fácilmente accesibles al personal calificado para su inspección y mantenimiento.

8.7. Medios de desconexión

Los transformadores deben tener un medio de desconexión localizado ya sea a la vista del transformador o en un lugar remoto. Cuando esté localizado en un lugar remoto, el medio de desconexión debe poder bloquearse, y la ubicación debe ser marcada en el transformador.

8.8. Transformadores tipo secos

a. Transformadores tipo seco instalados en interiores deben instalarse con una separación mínima de 30 centímetros de cualquier superficie, en un cuarto para equipo eléctrico resistente al fuego (losas, columnas y vigas de concreto) o no combustible (columnas y vigas de acero no recubierto), con un valor nominal mínimo de 1 hora de resistencia al fuego.

b. Los transformadores de tipo seco instalados en exteriores deben tener un envolvente a prueba de la intemperie y deben instalarse con una separación mínima de 30 centímetros de cualquier superficie

8.9. Transformadores con aislamiento líquido

a. Los transformadores aislados con líquidos de baja inflamabilidad (con temperatura de inflamación >300°C) o con líquidos no inflamables, instalados en interiores o exteriores, deben de cumplirse las siguientes características:

b. La edificación de la subestación o edificaciones adyacentes deben ser resistente al fuego (losas, columnas y vigas de concreto) o No combustible (columnas y vigas de acero no recubierto), con un valor nominal mínimo de 1 hora de resistencia al fuego.

c. Se proporcione un área de confinamiento de líquidos.

d. La instalación cumpla todas las restricciones previstas en el aprobado del líquido, como válvulas de alivio de presión conectadas al exterior o área segura, etc.

e. Transformadores con aislamiento de aceite mineral instalado en exteriores. Los elementos adyacentes a la subestación como materiales, edificios, salidas de emergencia, puertas y ventanas, se deben resguardar contra los incendios originados en transformadores con aislamiento de aceite. Se debe utilizar una o más de las siguientes protecciones, de acuerdo con el grado de peligro involucrado:

f. Espacios de separación

g. Barreras resistentes al fuego

h. Sistemas automáticos de supresión de incendios

i. Envolventes que confinen el aceite de un tanque roto de un transformador. Se permitirá que los envolventes para el de aceite sean diques, áreas con reborde o estanques resistentes al fuego, o zanjas rellenas de piedra gruesa triturada. Cuando la cantidad de aceite y la exposición sean tales que su eliminación sea importante, los recipientes de aceite deben estar dotados con medios para drenaje.

j. Los transformadores aislados con aceite mineral, instalados en interiores, se deben ubicar en una bóveda para transformadores.

8.10. Bóvedas para transformadores

Ubicación

Siempre que sea posible, las bóvedas para transformadores deben estar ventiladas al aire exterior sin necesidad de utilizar ductos o elementos mecánicos

Ventilación

Las aberturas de ventilación deben estar ubicadas lo más lejos posible de las puertas, ventanas, salidas de incendios y materiales combustibles.

a. Se permitirá que una bóveda ventilada por circulación natural de aire tenga aproximadamente la mitad del área total de las aberturas necesarias para ventilación en una o más aberturas cerca del piso y la restante en una o más aberturas en el techo o en la parte superior de las paredes, cerca del techo, o que toda el área requerida para ventilación esté en una o más aberturas en el techo o cerca de él.
b. Para una bóveda ventilada por circulación natural del aire hacia un área exterior, el área neta total combinada de todas las aberturas de ventilación, restando el área ocupada por persianas, rejillas o pantallas, no debe ser menor a 20 cm2 por kVA de capacidad de los transformadores en servicio.

c. Las aberturas de ventilación deben estar cubiertas por rejillas, persianas o pantallas durables, de acuerdo con las condiciones necesarias para evitar que se produzcan situaciones inseguras.
d. Todas las aberturas de ventilación que den al interior deben estar dotadas de compuertas contra incendios de cierre automático que funcionen en respuesta a cualquier incendio en la bóveda. Dichas compuertas deben tener un valor nominal de resistencia al fuego no menor a 1.5 horas.
e. Los ductos de ventilación deben ser construidos con material resistente al fuego.

Construcción

Las paredes, pisos y techos de las bóvedas se deben construir con materiales que tengan una resistencia mínima al fuego de tres horas (concreto reforzado de 15cm de espesor). Los pisos de las bóvedas que estén en contacto con la tierra deben ser de concreto con un espesor mínimo de 10 centímetros. No son aceptables construcciones ligeras, ni paredes de paneles.

Cuando los transformadores están protegidos con rociadores automáticos, agua en gotas finas, dióxido de carbono o halón, se permitirá que la construcción tenga valor nominal de 1 hora de resistencia al fuego.

Accesos

Las entradas a las bóvedas para transformadores se deben proteger con lo siguiente.

a. Tipo de puerta. Todas las entradas que conducen desde el interior de un edificio hasta la bóveda de transformadores deben estar equipadas con una puerta de cierre hermético que tenga una resistencia mínima al fuego de 3 horas.

b. Cuando los transformadores estén protegidos por rociadores automáticos, agua en gotas finas, dióxido de carbono o halón, se permitirá una construcción con valor nominal de resistencia al fuego de 1 hora.

c. Las puertas deben tener un sardinel de altura suficiente para confinar el aceite del transformador más grande dentro de la bóveda. En ningún caso la altura debe ser menor a 10 centímetros.

d. Las puertas deben estar equipadas con cerraduras, se deben mantener cerradas y se permitirá el acceso sólo a personas calificadas. Las puertas para el personal deben abrirse hacia fuera y deben estar equipadas de barras de pánico, placas de presión u otros dispositivos que las mantengan normalmente cerradas pero que se abran por presión simple.

Drenaje

Las bóvedas deben estar dotadas de un drenaje o de otro medio que permita eliminar cualquier acumulación de aceite o agua en la bóveda, el piso debe estar inclinado hacia éste.

Otras instalaciones

Los sistemas de ductos o tuberías ajenos a la instalación eléctrica no deben entrar ni atravesar las bóvedas para transformadores. No se deben considerar ajenas a la instalación eléctrica las tuberías u otros elementos para la protección contra incendios de las bóvedas o para el enfriamiento de los transformadores.

Las bóvedas para transformadores no se deben utilizar para el almacenamiento de materiales.

9. Equipo de cómputo

Los nuevos equipos de cómputo que se adquieran en la institución deben de cumplir con los siguientes requisitos:

- La configuración del sistema operativo debe de tener “best power efficiency”, para que el usuario pueda utilizar esta herramienta de ahorro de energía.
- Se debe solicitar a los proveedores la certificación 80 Plus de los ordenadores y que se adquieran deben de ser por lo menos certificados con GOLD.
- No comprar equipos de cómputo personal con ciclo de vida determinado.
- Es importante considerar la posibilidad de incorporar tecnologías de virtualización y computación en la nube para optimizar el uso de los recursos de hardware y reducir la necesidad de adquirir equipos físicos adicionales.
- Se recomienda realizar un análisis de ciclo de vida completo de los equipos de cómputo antes de realizar una compra, considerando aspectos como la durabilidad, el impacto ambiental y la facilidad de reciclaje al final de su vida útil.

10. Elevadores

10.1 Objetivo

Este lineamiento tiene como finalidad establecer las normas y procedimientos para el mantenimiento y renovación de los elevadores en las instalaciones, con el objetivo de garantizar la seguridad de los usuarios y la integridad de los equipos.

10.2 Mantenimiento

Planta física deberá de supervisar y coordinar el mantenimiento de los elevadores. Coordinar inspecciones regulares y pruebas de seguridad. Evaluar la necesidad de renovación de los elevadores según criterios predefinidos.

- Los elevadores serán sometidos a mantenimiento preventivo periódico de acuerdo con el cronograma establecido por el proveedor de servicios. En caso de alguna falla se comunicará con el equipo proveedor de la unidad para realizar un análisis más específico.
- Reportar cualquier problema o falla en los elevadores de inmediato.
- Colaborar con la empresa de mantenimiento para programar las reparaciones necesarias.
- Se llevará un registro detallado de todas las actividades de mantenimiento, inspecciones y reparaciones realizadas en los elevadores.
- Planta Física llevará a cabo inspecciones regulares para evaluar la condición de los elevadores y determinar su seguridad y funcionamiento.

10.3 Criterios a considerar para renovar un elevador

1. Capacidad de carga: Asegurarse de que el elevador tenga la capacidad adecuada para las necesidades, considerando tanto el número de personas como la carga que transportará regularmente.
2. Velocidad y rendimiento: Buscar una velocidad adecuada que minimice el tiempo de espera y mejore el transporte eficiente de personas.

3. Eficiencia energética: Optar por elevadores con tecnologías que ahorren energía, como iluminación LED, motores eficientes y sistemas de recuperación de energía.
4. Sistema de control y automatización: Elegir elevadores con sistemas de control avanzados que optimicen las rutas y reduzcan el tiempo de espera, mejorando la eficiencia general.
5. Seguridad: Priorizar la seguridad con características modernas como sensores de puertas, sistemas de frenos confiables y paracaídas de emergencia.
6. Mantenimiento y facilidad de servicio: Buscar elevadores de fácil mantenimiento con acceso conveniente para el servicio técnico, y preferiblemente con capacidades de diagnóstico remoto.
7. Accesibilidad: Verificar que el elevador cumpla con las normativas de accesibilidad para personas con movilidad reducida, garantizando el tamaño adecuado de la cabina, controles accesibles y señalización clara.

11. Cafeterías y cocinas

Todos los equipos de cocina deben cumplir con certificaciones de eficiencia energética, como la calificación de SENER y el certificado de Energy Star. Se promoverá la adquisición de equipos eléctricos con tecnologías avanzadas que reduzcan el consumo energético y optimicen el rendimiento.

11.1 Refrigerantes Naturales

Se exigirá el uso de refrigerantes naturales en todos los equipos de refrigeración, cumpliendo con las normativas internacionales de eliminación de refrigerantes nocivos.

Se mantendrá un registro de los refrigerantes utilizados y se implementará un plan de transición para eliminar refrigerantes dañinos de la operación.

12. Laboratorios

12.1 Responsabilidades

Los coordinadores de los laboratorios del campus llevarán a cabo una evaluación de todos los equipos en los laboratorios para identificar aquellos con un consumo ineficiente de energía.

- Establecer, en colaboración con los profesores encargados del laboratorio,

cuál equipo debe apagarse cuando no esté en uso. Etiquete estos dispositivos para recordar a los usuarios. Por ejemplo, los hornos eléctricos, incubadoras y microscopios alimentados por electricidad no deben dejarse en espera.

- Identificar y etiquetar el equipo que requiere tiempo para calentarse, para que los usuarios recuerden encenderlo por la mañana y apagarlo al final del día.
- Identificar y etiquetar el equipo que debe permanecer encendido constantemente y determinar si poner estos dispositivos en modo de espera es una opción para conservar energía.
- Instalar luces de techo sensibles al movimiento. Promover la eficiencia energética. Asimismo, reduciendo la posibilidad de olvidos o descuidos que puedan generar gastos innecesarios.
- Promover uso de sensores de movimiento para maximizar la eficiencia energética y controlar los niveles de iluminación en espacios que permanezcan desocupados por largos períodos de tiempo.
- Programar el apagado de las computadoras que no requieran estar encendidas a todas horas, o programar la entrada del modo suspensión al final del día.

12.2 Sustitución y Actualización de Equipos

Al contemplar la adquisición de equipos para los laboratorios, se recomienda priorizar aquellos que cuenten con tecnología de alta eficiencia. Estos equipos no solo ofrecen un rendimiento óptimo, sino que también contribuyen a la conservación de recursos y a la reducción de costos operativos a largo plazo.

- Se reemplazarán los equipos obsoletos y con alto consumo energético por modelos más modernos y eficientes.
- Se dará prioridad a la adquisición de equipos certificados con estándares de eficiencia energética.
- Definir un responsable encargado de proporcionar una retroalimentación del uso eficiente de los equipos a Planta Física del Campus.

12.3 Laboratorios de Investigación

- Es importante la separación entre Laboratorios Académicos de Investigación y laboratorios de uso estudiantil, la separación física entre estos mismos, es fundamental para garantizar un entorno propicio y específico para cada tipo de actividad. Esta medida facilitará:
    - La concentración en los objetivos particulares de cada laboratorio.
    - Preservar la integridad de los procesos y experimentos realizados en los mismos.

- Esta cualidad de estos laboratorios les permitirá tener cierta flexibilidad sobre el uso de los recursos energéticos que se tengan a disposición del campus, siempre y cuando se comunique con su responsable directo mediante una solicitud formalizada.

13. Vehículos eléctricos

El equipo de movilidad institucional será responsable de identificar las necesidades de vehículos eléctricos dentro de la universidad y de coordinar su adquisición.

Se priorizará la selección de vehículos eléctricos eficientes y adecuados para las operaciones de la institución.

13.1 Política de Carga Nocturna

Todos los vehículos eléctricos institucionales deberán cargarse exclusivamente durante las horas nocturnas, evitando la carga durante el día para aprovechar tarifas eléctricas más bajas y reducir la demanda en horas pico.

13.2 Infraestructura de Carga

Garantizar la disponibilidad de puntos de carga eléctrica en lugares estratégicos de la institución.

La instalación y mantenimiento de la infraestructura de carga será supervisada por el equipo de planta física o un tercero capacitado.

13.3 Seguimiento y Evaluación

El equipo de movilidad institucional llevará a cabo un seguimiento continuo de la eficacia de la flota de vehículos eléctricos, incluyendo el consumo de energía, costos operativos y reducción de emisiones.

14. Calentadores solares

14.1 Evaluación del sitio.

Antes de instalar el sistema se deberá realizar un estudio del sitio. Medir horas pico de luz solar. Considerar también los obstáculos que puedan dar sombra durante el día. Contar con información sobre el consumo actual de calderas de gas y de las características de uso del agua caliente (cantidad de regaderas, especificaciones albercas, etc.).

14.2 Certificaciones y operación:

Seguir los estándares de la industria para los calentadores solares de agua, contemplando las siguientes normativas acorde a la relevancia en el diseño de los mismos:

- Estándares de la Sociedad Estadounidense de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (ASHRAE):
    - ASHRAE 90003 para el Diseño de Calefacción Solar Activa
    - ASHRAE 90336 para Manuales de Operación y Mantenimiento
    - ASHRAE 90342 para la Instalación
    - ASHRAE 93 para la Prueba de Rendimiento Térmico de Colectores Solares

- Evaluación térmica de sistemas solares para calentamiento de agua– Método de prueba
    - NMX-ES-004-NORMEX-2010

- Estándares de la Asociación Americana de Obras Hidráulicas (AWWA):
    - AWWA C651 para la desinfección de tuberías de agua

- Estándares del Departamento de Defensa:
    - UFC 3-440-04N para la Calefacción Solar de Edificios y Agua Caliente Doméstica

14.3 **Mantenimiento y seguimiento:**

- Implementar un programa regular de mantenimiento para asegurar un rendimiento óptimo y prolongar la vida útil del sistema.
- Monitorear continuamente el rendimiento del sistema y realizar ajustes según sea necesario.
- Capacitar al personal sobre las operaciones y procedimientos de mantenimiento para garantizar un manejo adecuado.

VI. Uso de las instalaciones en periodos de verano e invierno

1. Objetivo (Invierno)

El siguiente plan tiene como objetivo incrementar la eficiencia operativa de los edificios durante el periodo vacacional logrando optimizar los recursos de uso compartido de los campus, dichas consignas son recomendaciones de los departamentos de Servicios centrales, Planta física y Energía, si bien no son modificables podrán ser adaptadas a las necesidades puntuales de cada campus y/o edificios que componen al mismo.

2. Cierre de las instalaciones

Trabajo remoto para el 100% de los colaboradores. En situaciones que requieran asistencia presencial, es importante tener en cuenta que los servicios de aire

acondicionado o calefacción no estarán disponibles.

Se deberá de publicar/enviar por correo un calendario de cierre de instalaciones y suspensión de servicios, especificando las horas y fechas en las que ocurrirá.

3. Revisión de las instalaciones

3.1. Laboratorios. Laboratorios y espacios que no pueden interrumpir su operación, deberán notificar al Grupo de Trabajo con previa anticipación.

3.2. HVAC. Habilitación de servicios de aire acondicionado/calefacción únicamente con previa solicitud de autorización del líder directo y del Grupo de Trabajo de campus, por medio del DSO del mismo.

3.3. Espacios. Revisión de los espacios para corroborar que la programación de los aires acondicionados/calefacción permanezcan en modo “apagado” por toda la duración del periodo vacacional.

3.4. Calderas. Apagado de calderas y calentadores para agua caliente de servicios en edificios que se encuentren cerrados.

3.5. Iluminación. Apagado de todas las luminarias que no se consideren críticas para los recorridos de seguridad. Priorizar el encendido de iluminación LED en caso de ser necesario.

3.6. Equipos de cómputo. Apagado de los equipos de cómputo en todos los edificios y laboratorios de cómputo. Únicamente permanecerán encendidos equipos que sean críticos para algún proceso ininterrumpido.

3.7. Pantallas. Reducir el consumo energético de las pantallas A, AA, AAA, 4A y 5A y MUPIS en el campus a un 3% de su modo de operación recurrente, conservando un brillo mínimo. Se solicita la configuración con base a las fechas de receso por el equipo central.

3.8. Electrodomésticos. Desconexión de refrigeradores, microondas, cafeteras, etc. Servicios para colaboradores.

4. Recomendaciones en caso de uso de las instalaciones

4.1. Salas de juntas. Planta física habilitará una sala de juntas en caso de tratar temas específicos para los colaboradores.

4.2. Aulas. Permanecerán cerradas y limpias, a no ser que el personal de limpieza requiera hacer uso de estas para su acomodo y limpieza.

4.3. Baños. Se habilitará el uso de 1 baño para hombres y 1 baño para mujeres lo más cercano posible a las salas de juntas solicitadas.

4.4. Oficinas. Se designará una sola oficina de trabajo para aquellos colaboradores que tengan un permiso de uso de las instalaciones previamente autorizado por su director de departamento.

4.5. Cafeterías. Permanecerá inhabilitada sin excepciones. Se podrá hacer uso de las amenidades solo en caso que se haya quedado algún objeto personal de la persona en su interior, con previa autorización de su director inmediato.

5. Residencias TEC

- Identificar y cerrar áreas de las residencias que no estén en uso durante los periodos vacacionales. Reducir la climatización e iluminación en esos espacios.
- Auditar las operaciones de los alumnos en caso de que no desalojen su departamento.
- Reubicar a los alumnos que permanezcan en el campus durante el período vacacional en niveles y cuartos concentrados.

Nota: *Especificar posibilidad de cambio de cuarto durante el periodo vacacional en el contrato de Residencias.*

6. Objetivo (Verano)

Optimizar la eficiencia operativa de los edificios durante el periodo vacacional, asegurando una gestión eficiente de los recursos compartidos en los campus universitarios. Estas directrices son recomendaciones de los departamentos de Servicios Centrales, Planta Física y Energía, y podrán adaptarse según las necesidades específicas de cada campus y edificio.

7. Horarios Reducidos

Durante el periodo de verano, las instalaciones universitarias pueden tener horarios reducidos de funcionamiento. Por lo tanto, una restricción sería limitar el acceso a ciertas horas del día, especialmente en instalaciones como bibliotecas, laboratorios y áreas de estudio.

Se busca limitar el acceso a las instalaciones y equipos para los estudiantes inscritos en estos cursos intensivos.

8. Equipos a deshabilitar

8.1. Iluminación
8.2. Microondas
8.3. Refrigeradores
8.4. Motores sin uso
8.5. Extractores de aire
8.6. Calentadores de agua
8.7. Albercas y calderas
8.8. Elevadores
8.9. Tableros electricos
8.10. Computadoras, pantallas y MUPIS
8.11. Aire acondicionado y calefacción

9. Cierre de las instalaciones

9.1. Baños: Planta física habilitará el uso de 1 baño para hombres y 1 para mujeres lo más cercano a las oficinas y aulas habilitadas. (Para uso general)

9.2. Aulas: Dependiendo de la cantidad de alumnos inscritos. Se habilitaran o no ciertos edificios con salones de clase. Se buscará centralizar a los estudiantes para evitar la distribución excesiva de recursos.

9.3. Comedores: Deberán permanecer inhabilitados, sin excepción. (El personal no podrá hacer uso de las instalaciones durante este periodo. Para ingresar por alguna pertenencia deberá solicitar autorización vía e-mail al director de campus.)

9.4. Oficinas: Se designará una sola oficina de trabajo presencial para aquellos colaboradores que vayan a campus previamente autorizados por su director vía E-mail. *Consideraciones: Deberá ser amplia y de fácil acceso.

9.5. Salas de Junta: Se implementará una restricción que requiera que los estudiantes y profesores realicen reservas anticipadas para poder ser utilizadas. Las reservas se harán desde la app de Mitec

9.6. Laboratorios: Programar encendido/apagado eficiente de los equipos de cómputo (Laboratorios de computación) En caso de requerir acceso a laboratorios de ingeniería. Se tendrá que contactar al Supervisor inmediato para solicitarlo.

10. Actividades extracurriculares

Durante el periodo de verano, algunas actividades extracurriculares pueden estar menos activas o suspendidas temporalmente. Por lo tanto, se debe de establecer una restricción que limite el acceso a ciertas instalaciones y equipos para actividades no académicas, como eventos deportivos, sociales o de vinculación académica.

11. Residencias TEC

Durante los periodos vacacionales en las residencias TEC, se cerrarán áreas no utilizadas, reduciendo la climatización e iluminación.

Se realizará una auditoría para aquellos alumnos que no desalojen y se reubicará a quienes permanezcan en niveles y cuartos concentrados, optimizando recursos y promoviendo eficiencia y seguridad.