



Ciudad
de
México

Capital en Movimiento

**NORMAS DE CONSTRUCCIÓN
DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA
DEL DISTRITO FEDERAL**

GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL

Jefe de Gobierno

Lic. Marcelo Luis Ebrard Casaubón

SECRETARÍA DE OBRAS Y SERVICIOS

Secretario

Lic. Fernando José Aboitiz Saro

Director General de Obras Públicas

Ing. Oscar Leopoldo Díaz González Palomas

Director General de Servicios Urbanos

D.I. Rodrigo Iván Atilano Carsi

Director General del Proyecto Metro

Ing. Enrique Horcasitas Manjarrez

Director General de Proyectos Especiales

Ing. Luis Alberto Rábago Martínez

Director General del Proyecto Metrobús

Ing. Hugo Flores Sánchez

Director General de la Planta de Asfalto

Ing. Francisco Ernesto Ricci Rosas

Director General de Obras Concesionadas

Ing. Alfredo Hernández García

Jefe de la Unidad Técnica de Planeación y Sistemas de Calidad

Ing. Edgar Oswaldo Tungüí Rodríguez

Coordinación Técnica

Coordinador

Dr. en I. Renato Berrón Ruiz

Director de Normas y Registros

Arq. Rubén García Silva



Ciudad
de
México
Capital en Movimiento

LIBRO 8 TOMO III

**CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE OBRAS Y
EQUIPOS. OBRA CIVIL. OBRA ELECTROMECAÁNICA.
ELÉCTRICA**

INTRODUCCIÓN A LA TERCERA EDICIÓN (2011)

La expedición de estas Normas de Construcción, se fundamenta en observancia a lo indicado en el artículo 27 de la Ley Orgánica de la Administración Pública del Distrito Federal, para dar cumplimiento a lo dispuesto en los artículos 23 de la Ley de Obras Públicas del Distrito Federal tercer párrafo y 24 cuarto párrafo de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas.

La elaboración de los capítulos de este libro, se efectuó de acuerdo a los lineamientos establecidos por la normatividad aplicable vigente.

NOTAS

- 1.- Estas Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal, son de aplicación general para las obras y los servicios relacionados con las mismas, sean éstas contratadas bajo lineamientos de la Ley de Obras Públicas del Distrito Federal o de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas.
 - 2.- Las presentes Normas están en constante revisión y por lo tanto pueden incorporarse capítulos nuevos o hacerse modificaciones cuando sea necesario; se recomienda al posesionario de éstas que permanezca en contacto con la Coordinación Técnica para informarse de dichas modificaciones y pueda recibir las hojas que sean necesarias agregar o cambiar para que mantenga actualizados sus tomos.
 - 3.- Primera edición vigente a partir de 1992
 - 4.- Segunda edición vigente partir del 1 de octubre de 2000.
 - 5.- Tercera edición vigente a partir del 31 de enero de 2011
- * Las páginas en las que en su pie se indica vigencia diferente a la señalada en la nota 5, corresponde a un capítulo nuevo o alguno existente que tuvo modificaciones en todo o en alguna de sus páginas.

ÍNDICE

LIBRO 08 CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE
OBRAS Y EQUIPOS

PARTE 02 OBRA ELECTROMECAÁNICA

SECCI33N 01 ELÉCTRICA

CAPÍTULO	001	GENERALIDADES DE OBRAS ELÉCTRICAS.
CAPÍTULO	002	ALUMBRADO PÚBLICO
CAPÍTULO	003	INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN EDIFICACIONES
CAPÍTULO	004	INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES
CAPÍTULO	005	SISTEMA DE PARARRAYOS Y TIERRAS
CAPÍTULO	006	INSTALACIÓN TELEFÓNICA Y DE INTERCOMUNICACIÓN
CAPÍTULO	007	MOTORES ELÉCTRICOS EN GENERAL
CAPÍTULO	008	SEÑALES LUMINOSAS PARA CONTROL DE TRÁNSITO
CAPÍTULO	009	LIMPIEZA Y PINTURA DE GABINETES DE LUMINARIAS

LIBRO	08	CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE OBRAS Y EQUIPOS
PARTE	02	OBRA ELECTROMECAÁNICA
SECCIÓN	01	ELÉCTRICA
CAPÍTULO	001	GENERALIDADES

A. DEFINICIONES, CLASIFICACIÓN Y OBJETO

- A.01. Conservación. Resultado de una serie de decisiones y acciones para preservar una obra eléctrica o electromecánica con las características iniciales como fue concebida, sin que surjan modificaciones a través del tiempo.
- A.02. Mantenimiento. Acciones concretas y/o necesarias para prevenir y corregir deterioros o fallas en las obras eléctricas o electromecánicas a cargo de la Administración Pública del Distrito Federal, con objeto de usarlos en óptimas condiciones. El mantenimiento puede ser:
- a. Mantenimiento preventivo. Conjunto de acciones que con conocimiento técnico, personal especializado y programas preestablecidos se ejecutan en las instalaciones eléctricas con la finalidad que siempre se encuentren en óptimas condiciones de operación y de seguridad para los usuarios.
 - b. Mantenimiento correctivo. Conjunto de trabajos que se ejecutan para reparar y/o rehabilitar las instalaciones eléctricas en caso de falla parcial o suspensión total del servicio y devolverles sus características originales de diseño, funcionamiento y seguridad.
- A.03. Para una mejor aplicación y entendimiento de las normas de esta sección, se incluye el siguiente glosario de términos.
1. Acometida.- Es la parte de la línea de servicio que está formada por los conductores que van desde el último punto de las instalaciones de la compañía suministradora hasta el primer punto de utilización del predio servido.
 2. Alimentadores.- Son los conductores que llevan la energía eléctrica a los centros de distribución.
 3. Alumbrado.- Es el conjunto de elementos constructivos como tableros, conductores, interruptores, accesorios y luminarias que proveen iluminación tanto al interior como al exterior de una edificación.

4. Caja registro.- Es una caja metálica o plástica de fácil acceso, utilizada para realizar conexiones eléctricas entre elementos, sean éstos accesorios o conductores.
5. Canalización.- Es el medio que se usa para alojar a los conductores de una instalación y que son diseñados, construidos y utilizados únicamente para tal fin
6. Carga conectada.- La suma de las potencias nominales de las máquinas y aparatos que consumen energía eléctrica, conectados a un circuito o a un sistema.
7. Carga continua.- Carga cuya corriente máxima se espera que se conserve durante 3 horas o más.
8. Carga eléctrica.- Potencia que demanda en un momento dado, un aparato o máquina, o un conjunto de aparatos de utilización conectados a un circuito eléctrico.
9. Circuitos derivados.- Son los conductores que llevan la energía eléctrica de los centros de distribución a los lugares de utilización de la misma.
10. Circuito cerrado.- (Aplicado a equipos). Se refiere a una máquina o aparato construido con protección especial en sus partes, sometidas a potencial o movimiento.
11. Circuito principal.- Son los conductores que llevan la energía eléctrica de los centros de distribución (CFE) en alta tensión a los usuarios los cuales incluyen la acometida hasta el transformador.
12. Equipos de medición.- Son dispositivos que sirven para indicar la cantidad de energía consumida por el usuario.
13. Equipo de servicio.- Es el conjunto de aparatos, propiedad del organismo suministrador o bajo su cuidado, necesarios para el adecuado suministro del servicio, tal como equipos de medición, transformadores y gabinetes de instrumentos que los contienen, cuchillas auxiliares, etc., que se encuentran instalados en el extremo de la acometida más próxima al servicio.
14. Equipo de utilización.- Equipo que consume energía eléctrica para usos mecánicos, químicos, caloríficos, luminosos, etc.

15. Instalación eléctrica.- Conjunto de ductos, canalizaciones, conductores, cajas de conexión y accesorios de control y protección, que son utilizados para transmisión, dirección y utilización de la energía eléctrica. Según sus características las instalaciones pueden ser:

15.1. Por su uso:

15.1.1. Instalaciones eléctricas de fuerza.- Son aquellas que alimentan en forma individual o en un grupo a las diversas demandas solicitadas por elementos tales como motores, rectificadores, hornos o equipos similares, a través de tableros, transformadores y/o subestaciones.

15.1.2. Instalaciones eléctricas de alumbrado.- Son las que alimentan a los dispositivos de iluminación y las cargas eléctricas constituidas por aparatos y máquinas pequeñas, a través de apagadores y contactos.

15.1.3. Instalaciones mixtas.- Es la combinación de las dos anteriores.

15.2. Por su capacidad de servicio.

15.2.1. Baja tensión.- De 0 a 50 voltios, ya sea entre conductores o con respecto a tierra.

15.2.2. Media tensión.- De 51 a 1000 voltios, entre conductores o con respecto a tierra.

15.2.3. Alta tensión.- Mayores de 1000 voltios. Para la corriente continua, pueden tomarse los mismos límites que para la corriente alterna, mientras no se fijen valores diferentes.

15.3. Por su colocación.

15.3.1. Ocultas.

15.3.2. Parcialmente ocultas.

15.3.3. Visibles.

15.4. Según sus condiciones de trabajo y al medio ambiente, a prueba de.

15.4.1. Intemperismo.

15.4.2. Agua.

15.4.3. Fuego o altas temperaturas.

15.4.4. Explosión.

16. Interruptor.- Dispositivo que puede abrir un circuito eléctrico, cuando circula corriente, con un valor igual a la capacidad del mismo dispositivo, sin sufrir daño alguno.
17. Interruptor automático.- Dispositivo que corta por si solo la corriente al presentarse una sobrecarga en el circuito, incluyendo condiciones de corto circuito en el mismo, pudiendo ser operado también a voluntad del usuario.
18. Interruptor principal.- Es el dispositivo que permite desconectar o aislar la instalación eléctrica de la acometida.
19. Planta de emergencia.- Es el equipo eléctrico que proveerá de energía eléctrica a las instalaciones en caso de una falla o interrupción de la compañía suministradora.
20. Sobrecarga.- Condición de operación de un equipo en la que se demanda una potencia en exceso, de la nominal o de un conductor por el cual circula una corriente mayor a la de su valor permisible, cuando dicha condición persiste durante suficiente tiempo para causar daños o sobrecalentamientos perjudiciales. Una sobrecarga no incluye condiciones de corto circuito o fallas a tierra.
21. Sobre corriente.- Aplicado a un equipo o a un conductor, es cualquier valor de corriente que exceda a la corriente nominal de un equipo o a la corriente permisible en un conductor, según el caso. Puede resultar de una sobrecarga, de un cortocircuito o de una falla a tierra.
22. Tablero.- Gabinete generalmente metálico que sirve para resguardar y proteger aditamentos como son; barras, interruptores y otros dispositivos de protección contra sobre corriente, empleados para su distribución en circuitos con cargas para alumbrado, fuerza o servicio.
23. Accesorios.- Son los componentes de las cajas de conexión tales como coples, codos, tapones, tuercas o niples, en una instalación eléctrica.

Además de las anteriores, en cada capítulo se dará la definición del tema que se trate y también de los conceptos más importantes y de los términos más usuales del mismo capítulo.

A.04. El objeto del presente capítulo es el de establecer y determinar los conceptos de trabajo a que se refiere la norma o la especificación, tomando en consideración para la ejecución particular todos los elementos que intervienen en dicho concepto, de tal forma que en la integración analítica, el pago por unidad de medida sea la justa retribución de la labor encomendada

B. REFERENCIAS EN OTRAS NORMAS, DE CONCEPTOS RELACIONADOS

B.01. En esta cláusula se enlistan los conceptos que tienen relación con el capítulo de que se trata y que son tratados en otros capítulos de estas Normas de Construcción de la Dependencia, Unidad Administrativa, Órgano Desconcentrado, Delegación o Entidad de la Administración Pública del Distrito Federal o en las Normas de otras Dependencias o Entidades de la Federación, Organismos o Asociaciones Nacionales, Regionales o Internacionales, conceptos que deben sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas de Materiales, Requisitos de Ejecución, Alcances, Unidades de Medida, Criterios para Cuantificar y Base de Pago, que se asientan en los capítulos indicados en la tabla de referencia en cada caso y de los cuales ya no se hará más referencia en el texto de ese capítulo.

C. MATERIALES CONSTITUTIVOS DEL CONCEPTO.

C.01. Todos los materiales que se utilicen en el mantenimiento de las instalaciones eléctricas deben cumplir con los requisitos de calidad establecidas en las normas mexicanas NMX correspondientes y satisfacer las especificaciones necesarias del proyecto u orden respectiva, en cada caso o lo que sea ordenado por la Residencia de Obra a través de la supervisión, así como los materiales necesarios para su fijación, o los que en el caso particular se requieran.

De no estar precisada la calidad de los materiales en el proyecto, en las normas mexicanas NMX correspondientes u orden respectiva, se debe atender lo establecido en las especificaciones del área correspondiente y de no tenerse previsto en éstas, se debe atender lo establecido en el Libro 4 sobre calidad de materiales de las Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal, tomando como referencia los capítulos anotados enunciativa y no limitativamente en la cláusula B de Referencias.

En su aplicación, debe tomarse en cuenta que lo previsto en las especificaciones del proyecto tienen prioridad sobre las especificaciones generales y éstas a su vez prevalecen sobre las Normas citadas.

- C.02. Además en cada capítulo se indican los requisitos y especificaciones que deben cumplir los materiales de uso específico que sean empleados para el mantenimiento de las instalaciones eléctricas y que no se hayan mencionado en la cláusula B.

D. EQUIPOS Y SISTEMAS

- D.01. En esta cláusula deben señalarse los requisitos que sean aplicables a los equipos y sistemas que se cambien o reparen y que son parte del inmueble, en relación con la fabricación, armado e instalación de sus diversas partes, así como los que corresponden a su inspección, transporte, almacenamiento, manejo e instalación en la obra. En todo caso debe hacerse referencia a las normas aplicables de fabricación y su calidad.

E. REQUISITOS DE EJECUCIÓN

- E.01. En todos los capítulos, esta cláusula debe fijar los requisitos para los trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo en instalaciones eléctricas, telefónicas, de intercomunicación y en los sistemas de pararrayos y tierras.
- E.02. Los planos de las instalaciones, eléctricas y/o equipos deben estar actualizados, de no ser así el representante del Gobierno del Distrito Federal debe proporcionar el apoyo técnico necesario para su actualización, y ésta, debe incluir mediante inspección física, a todos los elementos y dispositivos que estén sujetos a mantenimiento o vigilancia, e iniciar mediante una escala de bueno, regular o malo, el estado de las instalaciones y sus correspondientes equipos de operación, protección y control.

Con base en lo anterior deben establecerse los programas de mantenimiento preventivo y la prioridad de los trabajos de mantenimiento correctivo llevando el control mediante revisiones rutinarias y periódicas a los diversos elementos de las instalaciones eléctricas.

- E.03. El personal encargado de realizar los levantamientos de las instalaciones y/o equipos eléctricos y de efectuar las revisiones mencionadas, debe tener la capacidad profesional y experiencia suficiente para efectuarlas de acuerdo a la importancia de la instalación y/o de la obra por atender y de preferencia tener la licenciatura en ingeniería mecánica o la especialidad afín con la instalación y/o equipo por atender.
- E.04. Para llevar el control de las obras de mantenimiento ejecutadas en las instalaciones o equipos eléctricos debe establecerse una cédula de registro en la cual queden anotadas las fallas encontradas y las recomendaciones para su reparación.
- E.05. En el mantenimiento preventivo a equipos eléctricos se debe indicar la periodicidad y los diversos trabajos a realizar en sus componentes.
- E.06. Los trabajos de mantenimiento deben ser ejecutados por personal especializado y con experiencia, observando siempre todas las normas de seguridad vigentes; es obligatorio el uso de la ropa y equipos diversos de protección así como de la herramienta apropiada y en buen estado. Evitar trabajar en posiciones incómodas, riesgosas o en ambientes peligrosos. Colocar señalamientos suficientes y bien ubicados para evitar riesgos a personas ajenas a las instalaciones.
- E.07. Las áreas o locales destinados para los equipos eléctricos en alta tensión no pueden tener otro uso; deben estar siempre limpios, bien iluminados y tener los señalamientos convencionales en el acceso y todo su perímetro. Contar además con lámparas de emergencia suficientes y en óptimas condiciones de funcionamiento así como las tarimas de madera seca machihembrada (sin clavos) o algún otro material aislante con piso de hule y las perchas necesarias para la operación de estos equipos.
- E.08. Todas las ampliaciones o modificaciones a las instalaciones eléctricas y sus equipos, deben ser aprobadas previamente por el Gobierno del Distrito Federal a través de la Residencia de Obra, quien debe solicitar como requisito indispensable, los planos respectivos y supervisar la correcta ejecución de los trabajos.

Deben evitarse las instalaciones provisionales o improvisadas; en caso de ser indispensables, deben cumplir con las normas y especificaciones de seguridad vigentes.

Si durante la ejecución de los trabajos por descuido o por mala calidad de los mismos, ocurre un accidente, el contratista es el único responsable de los daños causados y debe repararlos por su cuenta.

Una vez terminados los trabajos deben ser recibidos por el personal técnico que asigne el Gobierno del Distrito Federal a través de la Residencia de Obra, que verificará su correcta ejecución de acuerdo al proyecto e instalaciones proporcionadas.

- E.09. Cuando los trabajos de mantenimiento se ejecuten en edificios ocupados, se deben colocar los señalamientos necesarios y proceder con precauciones adicionales para obtener las condiciones de seguridad máxima y protección para los usuarios, evitando dentro de lo posible, la suspensión de labores, trastornos y molestias.

En todos los casos, estos trabajos deben realizarse en el menor tiempo posible y de preferencia en horarios nocturnos.

- E.10. En los trabajos de mantenimiento se deben usar materiales iguales o similares a los originales de las instalaciones de que se trate. La Residencia de Obra a través de la supervisión debe autorizar en su caso, los cambios que considere necesarios.

A la terminación de los trabajos deben retirarse todos los materiales y/o equipos sobrantes y desperdicios al sitio que determine la supervisión y mantener el área limpia.

- E.11. Así mismo, a la terminación de los trabajos, la Residencia de Obra a través de la Supervisión debe solicitar al contratista, la entrega de las garantías convenidas; en el caso de reposición de equipos debe solicitar además los manuales de operación, conservación y mantenimiento correspondientes.

- E.12. En todos los casos de mantenimiento tanto preventivo como correctivo, se deben conectar a tierra los conductores de corriente eléctrica, para evitar

descargas o cortos circuitos cuando personal sin los conocimientos indispensables en el manejo de la energía eléctrica efectúe reparaciones de mantenimiento.

E.13. En todo trabajo de mantenimiento, tanto preventivo como correctivo todos los materiales sobrantes, (tanto de demolición como nuevo) no deben permanecer en el sitio de la reparación más de 24 horas, se deben depositar en el lugar que indique la supervisión.

F. ALCANCES, UNIDADES DE MEDIDA, CRITERIOS PARA CUANTIFICAR Y BASE DE PAGO

F.01. En esta cláusula se deben describir los alcances de los diversos subconceptos de obra a que se refiere la Norma para fines de estimación y pago, detallando los materiales equipos, sistemas; mano de obra requerida, así como la maquinaria y herramienta necesarios; así mismo fijar las unidades de medida, y los procedimientos para determinar las cantidades de obra ejecutadas para efectos de pago.

Las unidades de medición de volumen, área, longitud y peso (masa) deben corresponder al Sistema Internacional de Medidas, en apego a lo dispuesto en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, con aproximación de dos decimales, excepto en el caso en que se indique otra.

F.02. Los insumos materiales y equipos de repuesto deben considerarse puestos en la obra con las mermas y desperdicios que ocasionen su manejo, colocación o instalación, salvo que el alcance especifique otra situación.

F.03. El precio unitario de un subconcepto de trabajo incluirá además de los costos directos descritos en el inciso F.01 de esta cláusula, los costos indirectos y de financiamiento, y los cargos por utilidad y adicionales que establece el Código Fiscal del Distrito Federal vigente.

F.04. Referente a los alcances para todos los conceptos, debe incluirse el aterrizar, puentear, desconectar, conectar; además las pruebas de continuidad y operación.

F.05. Los materiales producto de demolición o desmantelamiento; así como equipos, partes, componentes o refacciones que se desechen en los trabajos de mantenimiento realizados in situ o en talleres, son propiedad del Gobierno

del Distrito Federal y éste será quien determine en cada caso la disposición final de los mismos; procurando que no causen efectos negativos sobre el medio ambiente, en apego a lo dispuesto en el Art. 18 de la Ley de Obras Públicas del Distrito Federal, en caso de venta, se ajustará a las disposiciones legales vigentes.

LIBRO	08	CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE OBRAS Y EQUIPOS
PARTE	02	OBRA ELECTROMECAÁNICA
SECCIÓN	01	ELÉCTRICA
CAPÍTULO	002	ALUMBRADO PÚBLICO

A. DEFINICIONES, CLASIFICACIÓN Y OBJETO

A.01. El mantenimiento del alumbrado público es el conjunto de acciones para mantener los dispositivos que son accionados por energía eléctrica y cuya función es la de proporcionar la cantidad de luz necesaria de acuerdo a las características fotométricas requeridas para la iluminación de las zonas o sectores públicos en condiciones de funcionamiento correcto y confiable.

A.02. Los dispositivos utilizados en el alumbrado público se definen a continuación:

- a. Luminaria.- Aparato que distribuye, filtra o transforma la luz emitida por una o varias lámparas y que contiene todos los accesorios necesarios para fijar, sostener y conectar las lámparas al circuito de alimentación.
- b. Lámpara.- Es el aparato que permite emitir luz artificial (flujo luminoso) mediante el consumo de determinada cantidad de energía para la producción de lúmenes.
- c. Poste.- Es el elemento en forma de columna vertical instalado en banquetas, camellones, plazas, andaderos y áreas ajardinadas, que tiene como finalidad soportar una o varias luminarias y consta de las siguientes partes:
 1. Caña.- Columna vertical que permite alcanzar la altura de montaje requerido, en combinación con el brazo.
 2. Brazo.- Columna horizontal que permite ubicar la luminaria en el punto deseado, orientada con relación al plano transversal de la calle a iluminar.
 3. Punta.- Pieza de montaje denominada comúnmente niple o espiga, que se coloca en el extremo superior del poste o del brazo, según sea el caso, y que permite el montaje de la (s) luminaria (s).
 4. Placa de base.- Permite fijar sólidamente la base del poste al cimiento por medio de anclas con tuerca.

5. Pedestal.- Pieza que tiene el doble propósito de servir para el anclaje del poste y alojar conexiones, luminaria y cables.
 6. Anclas.- Pernos metálicos empotrados en la cimentación de concreto para sujetar la base (placa o pedestal) al cimiento.
- d. Soportes.- Materiales de sujeción que permiten sostener luminarias y brazos a muros y postes de concreto, pueden ser metálicos o de otros materiales.
 - e. Dispositivos de control eléctrico.- Permiten el encendido y apagado de las lámparas a través de una celda fotoeléctrica que opera con la intensidad de la luz natural, así como interruptores para protección de los circuitos eléctricos contra sobrecarga y corto circuitos.
 - f. Cimientos y registros.- Son los elementos constructivos de concreto o acero necesarios para fijar los postes metálicos al piso y facilitar el cableado entre los mismos; éstos se encuentran bajo el nivel de piso terminado ligados a las canalizaciones.

A.03. El mantenimiento se clasifica en:

- a. Mantenimiento preventivo.- Son las acciones y trabajos que se desarrollan de acuerdo a un programa, para evitar daños provocados por el deterioro natural, u otros factores que pudieran ocasionar que el servicio de alumbrado público falle, así como lograr por este medio que se encuentre siempre en óptimas condiciones de funcionamiento.
- b. Mantenimiento correctivo.- Son las acciones y trabajos no programados que se desarrollan de manera inmediata cuando se interrumpe el servicio de los equipos eléctricos en forma total o parcial, con el fin de restablecer el servicio de alumbrado público en la parte afectada, de manera que éste se encuentre en condiciones óptimas de funcionamiento.

A.04. El objeto del presente capítulo es el de establecer las actividades a realizar por personal calificado para conservar y mantener en servicio eficiente el alumbrado público.

B. REFERENCIAS EN OTRAS NORMAS, DE CONCEPTOS RELACIONADOS

B.01. El presente capítulo tiene relación con la normatividad siguiente:

CONCEPTOS	CAPÍTULO DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Instalaciones eléctricas (Utilización)	NOM-001-SEDE	Secretaría de Energía
Alumbrado público	2.03.06.001	G.D.F.
Excavación para formación de zanjas	3.01.01.006	G.D.F.
Rellenos de zanjas que alojan ductos	3.01.01.007	G.D.F.
Cimientos para postes de alumbrado	3.01.01.033	G.D.F.
Construcción de sistemas de canalización	3.01.01.034	G.D.F.
Registros en los sistemas de canalización subterránea	3.01.01.035	G.D.F.
Instalación y conexión de cables y accesorios de alumbrado público	3.01.01.036	G.D.F.
Instalación de unidades para iluminación	3.01.02.033	G.D.F.
Aplicación de pintura, lacas y barnices	3.01.02.047	G.D.F.
Generalidades	8.02.01.001	G.D.F.
Sistema de pararrayos y tierras	8.02.01.005	G.D.F.
Pavimentos, banquetas y andaderos	8.01.01.007	G.D.F.
Manual de Alumbrado Público		C.F.E.

C. MATERIALES CONSTITUTIVOS DEL CONCEPTO.

- C.01. En el mantenimiento de alumbrado público, los materiales necesarios para su fijación, o los que en el caso particular se requieran, deben cumplir con los requisitos de calidad establecidos en el proyecto o lo que sea ordenado por la supervisión.

De no estar precisados en el proyecto en las normas mexicanas NMX correspondientes u orden respectiva, se debe atender lo establecido en las especificaciones del área correspondiente y de no tenerse previsto en éstas, se debe atender lo establecido en el Libro 4 sobre calidad de materiales de las Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal, tomando como referencia los capítulos anotados enunciativa y no limitativamente en la cláusula B de Referencias.

En su aplicación, debe tomarse en cuenta que lo previsto en las especificaciones del proyecto tienen prioridad sobre las especificaciones generales y éstas a su vez prevalecen sobre las Normas citadas.

E. REQUISITOS DE EJECUCIÓN

- E.01. Los dispositivos y equipos con los que el personal del área encargada del mantenimiento del alumbrado público debe contar son los siguientes:
- a. Luminarias cerradas o abiertas con o sin fotocontrol, con reactor adjunto o remoto para montaje en brazo, punta de poste o muro.
 - b. Lámparas de descarga en gas (HID) en vapor de sodio de alta presión, mercurio y aditamentos metálicos.
 - c. Reactores auto regulados de alto factor, desnudos o en bote de 220 V, 60 Hz.
 - d. Dispositivo de control eléctrico (combinación de conector magnético e interruptor termo magnético) en gabinete metálico a prueba de lluvia con receptáculo de media vuelta para fotocontrol automático (celda fotoeléctrica).
 - e. Fotocontrol remoto automático con base y receptáculo de media vuelta y ménsula para fijarlo en poste, muro, etc.

- f. Mecanismos de tracción y equipos de control para subir y bajar la corona en poste alto.

Además de estos dispositivos y equipos con estos requisitos descritos, se debe cumplir y satisfacer con lo indicado por la Residencia de Obra, debiendo determinarse su calidad, propiedades y características mediante pruebas del laboratorio de alumbrado público del Gobierno del Distrito Federal.

E.02. Mantenimiento preventivo.- El Gobierno del Distrito Federal es quien debe establecer programas de revisiones periódicas a todos los elementos de la instalación de alumbrado público a fin de implementar acciones de trabajo de acuerdo a lo siguiente:

- a. Revisiones periódicas a todos los elementos de que se compone el sistema de alumbrado público.
- b. Limpieza de luminarias.- Lavar las carcasas y refractores de cristales o plásticos por el exterior, por lo menos dos veces al año, utilizando detergente con bajo contenido de cloro, estopa, trapo limpio y/o jerga, agua y sustancias no agresivas al medio ambiente usadas como solventes, así como transporte y medios para llegar hasta la luminaria. Estos trabajos deben ejecutarse cuando el tránsito vehicular sea menos intenso, de preferencia en turnos nocturnos. En estos trabajos se debe tener especial cuidado de no tocar los dispositivos energizados para evitar accidentes.
- c. Limpieza de postes, brazos y bases.- Comprende el lavado de caña, brazo(s) y base pedestal; utilizando detergente con bajo contenido de cloro disuelto en agua, trapo limpio, cepillo de raíz y solvente. El desprendimiento de propaganda debe hacerse con espátula y agua añadiéndole algunas sustancias no agresivas al ambiente usadas como solvente para remover el pegamento. Posteriormente, cepillar la superficie para desprender pintura suelta y lijar las partes con óxido; finalmente limpiar todo el poste con trapo húmedo y limpio. El poste de concreto debe limpiarse con cepillo de raíz y agua.
- d. Pintura de postes.- En postes metálicos la pintura debe ser del tipo esmalte alquidálico, y en los postes de concreto, pintura vinílica; del color y espesor que indique la supervisión.
- e. Revisión de poste, brazo y base pedestal.- Simultáneamente con los trabajos de limpieza y/o pintura, debe revisarse que la posición de la caña y brazo del poste con respecto al cimiento y a la vialidad esté debidamente plomeado y que quede en la posición de proyecto. El brazo que soporta la luminaria debe

estar alineado perpendicularmente con el eje de la calle, y la luminaria, no debe tener una desviación mayor de 5° con relación al plano horizontal. La operación se debe efectuar cada tres meses o cuando se detecte esta anomalía. En postes con base de pedestal, revisar que ésta, no esté dañada por accidentes o vandalismo, verificando, que la tapa que cubre el registro no se encuentre desprendida, hundida o destrozada y asegurándose de que los conductores eléctricos en su interior no estén dañados, cortados o sin aislamiento. Verificar que la base esté debidamente plomeada y fija a la cimentación, de manera que permita tener erguida y plomeada la caña del poste metálico, así como alineado el brazo que soporta la luminaria.

- f. Revisión de carcasa, reactor, refractor, reflector, portalámpara y lámpara.- Se debe hacer por lo menos dos veces al año, verificando que la carcasa de la luminaria se encuentre bien soportada y alineada al brazo, revisando que el sistema de cierre esté correcto y mantenga la luminaria cerrada, así mismo, que el reactor se encuentre alojado en el lugar destinado para este dispositivo, ya sea en la luminaria o en el poste cuando es remoto. Las conexiones eléctricas deben estar entorchadas en los conductores y debidamente aislados. En caso de que la lámpara se encuentre apagada, verificar que el ignitor esté operando correctamente por medio de una prueba que consiste en sustituir la lámpara por una nueva y si ésta no enciende, verificar el funcionamiento del ignitor.

El conjunto transformador y capacitor se detectan dañados cuando se encuentran quemados por corto circuito o sobrecarga. Revisar que el refractor esté en buen estado, completo y sin roturas y el reflector sin detrimento por intemperismo o vandalismo. Verificar que la lámpara y portalámpara embonen correctamente para evitar que con el movimiento natural del poste y brazo se desajuste, provocando así que la lámpara se funda en menos tiempo del establecido. Así mismo, cerciorarse que el portalámpara se encuentre en buen estado, que no presente roturas en la porcelana y que el casquillo metálico estriado no esté quemado o haciendo mal contacto con la base de la lámpara. En luminarias que tienen portalámpara ajustable, verificar que su ajuste sea correcto y el soporte del portalámpara esté nivelado y sujeto al reflector.

- g. La revisión de la celda fotoeléctrica debe realizarse por lo menos cada dos meses en luminarias que la tienen integrada en la carcasa; verificar que este dispositivo mantenga apagada la lámpara durante el día y encendida durante la noche, de la misma manera, revisar los circuitos donde las luminarias no contienen este dispositivo y éste se encuentre alojado en el sistema de control eléctrico o remoto en poste, así mismo, revisar que cumpla con la función del encendido y apagado automático de las luminarias, verificando su orientación y conexiones en la base para la celda fotoeléctrica.

- h. Revisar el dispositivo de control eléctrico por lo menos cada dos meses verificando que el contactor magnético opere correctamente mediante pruebas de encendido y apagado de circuitos sin el empleo de la celda fotoeléctrica. Verificar que el interruptor termo magnético esté en buenas condiciones y que opere por sobre corriente y corto circuito, revisando que las conexiones eléctricas se encuentren apretadas en las zapatas del contactor magnético e interruptor termo magnético, así mismo en caso de que la base para celda fotoeléctrica sea remota. Las conexiones al dispositivo de control eléctrico deben estar entorchadas y aisladas, el gabinete metálico que contiene el contactor e interruptor debe ser a prueba de lluvia e intemperie, manteniendo siempre en buen estado la pintura interior y exterior, así como limpio de polvo y telarañas.
- i. Verificar el ducto instalado en banquetta, camellón y cruce de calzada, revisando que se encuentre en buenas condiciones. En caso de ruptura por accidente u obras ajenas, así como por asentamiento de pavimentos, corregir la anomalía para evitar problemas de cableado y re cableado de circuitos. Hacer esta revisión por lo menos dos veces al año o cuando se detecte la falla de continuidad del ducto, mediante guía de alambre de acero.
- j. Revisar la canalización metálica en poste de concreto o metálico, fijada en el punto de acometida de la compañía de luz y al dispositivo de control eléctrico.

Esta canalización debe ser de tubería conduit metálica galvanizada de pared gruesa sujeta con fleje para amarre de tubería. Verificar que se encuentre sujeta al poste y al gabinete del dispositivo de control eléctrico, que no esté desalineada y suelta, así mismo que los conductores eléctricos de alimentación al circuito se encuentren dentro de dicha tubería. Debe ser revisada por lo menos una vez al año.

- k. Revisión de cimientos. Estos elementos constructivos permiten tener fijados al piso los postes metálicos; ductos y canalizaciones en línea con los registros, permitiendo el cableado entre postes y derivaciones, limitando longitudes de los tramos de ductos a las distancias requeridas entre postes y haciendo cruces de calle. Hay que verificar que se encuentre en buen estado el cimiento y anclas.
- l. Registros, se debe revisar que todas sus partes, paredes, acabados interiores, fondo y tapa estén en buenas condiciones, alineadas y nivelados y que sean estancos, que la tapa embone de manera apropiada para que no penetre agua y/o basura al registro. La tapa del registro se debe levantar con la herramienta apropiada para no dañarla. Si la tapa no tiene aditamentos

adecuados para levantarse con facilidad sin ser maltratadas o esté dañada, debe reportarse de inmediato a la supervisión para su mantenimiento correctivo. Si al inspeccionar el registro, alguna de sus partes se deteriora, el contratista debe repararlas por su cuenta.

m. En relación a las luminarias constituidas por leds, el responsable de mantenimiento debe tomar en consideración lo siguiente:

1. Las luminarias constituidas por leds, pueden funcionar con una alimentación de corriente eléctrica alterna que puede variar de 87 a 264 V
2. Debido a la construcción de encapsulamiento de la luminaria constituida por leds, presenta una mayor resistencia al manejo, maniobras de traslado, montaje o mantenimiento.
3. El responsable del mantenimiento debe verificar de acuerdo con su programa, que este tipo de luminarias al disipar su temperatura, ésta no rebase los 343 K (70 °C), para asegurar su vida útil de 50 000 horas y evitar por temperatura mayor que la señalada, la acumulación de polvo sobre su superficie.
4. El mantenimiento por limpieza puede hacerse dentro del mismo ciclo o periodo del programa que se tiene establecido para el alumbrado público en general.
5. En general, el mantenimiento preventivo de este tipo de luminarias debe concentrarse de manera enunciativa, no limitativa en el aseguramiento de los niveles de iluminación y su vida útil en:

5.1. Fuente luminosa:

- 5.1.1. Medición del flujo luminoso cada 10 000 horas
- 5.1.2. Limpieza a fuente luminosa con alcohol isopropílico y trapo seco cada 10 000 horas; en su caso, cambio de empaques.

5.2. Componentes electrónicos:

- 5.2.1. Verificación de alimentación eléctrica y contacto entre línea. Fuente de poder. Módulos de leds..

5.3. Lente/Óptica:

- 5.3.1. Limpieza total a la luminaria cada 4 000 horas, para remover polvo y grasa.

E.03. Mantenimiento correctivo.- Consiste en la rehabilitación o reposición de instalaciones y equipos que se hayan detectado con alguna falla o daño que impidan su funcionamiento correcto. Estos trabajos deben ejecutarse a la brevedad posible, una vez que se tenga conocimiento del problema, todas las rehabilitaciones o reparaciones que sea necesario llevar a cabo se deben programar de tal manera que afecten lo menos posible la continuidad del servicio de alumbrado público.

- a. Luminarias.- Reposición de lámparas, reactores, refractores, portalámparas o la luminaria completa en caso de accidentes vehiculares, por actos de vandalismo o por falta de mantenimiento preventivo.
 1. Cambio de lámparas.- Cuando una lámpara queda fuera de servicio o comienza a parpadear debe sustituirse de inmediato. En otros casos es conveniente que la reposición se haga antes del término de la vida útil especificada por el fabricante o cuando el flujo luminoso emitido no llegue al límite de buena iluminación comparativamente con el inicial, es decir, cuando la lámpara es nueva.
 2. Cambio de reactor.- Este se debe sustituir cuando se compruebe que no opera la lámpara para su encendido. Así mismo, antes de hacer el cambio, probar en campo si funciona el ignitor o transformador. En caso de que no resulten favorables estas pruebas debe sustituirse de inmediato.
 3. Cambio de refractor.- Este se debe cambiar cuando esté roto. En luminarias cerradas debe cambiarse de inmediato, ya que esta pieza protege al reflector y la lámpara de la contaminación. En luminarias abiertas debe cambiarse tan pronto como sea posible.
 4. Cambio de portalámpara.- La sustitución de ésta se debe hacer cuando la lámpara no embone correctamente, la cerámica esté rota o el casquillo se encuentre demasiado quemado por el calor de la lámpara.
 5. Cambio de luminaria.- En caso de accidente por impacto vehicular debe reponerse por una nueva, así mismo, si se ha desprendido del brazo o soporte que la sujetaba, impactándose y destruyéndose en el suelo. Cuando la luminaria se encuentra deteriorada por el tiempo y la contaminación, debe ser rehabilitada en un taller, desarmando las piezas de la carcasa, es decir, quitando el refractor, reflector, portalámpara, lámpara y balastro. Así mismo limpiando el refractor, anodizando el reflector, pintando la carcasa y armando la luminaria con las piezas rehabilitadas o de repuesto, haciendo las pruebas eléctricas para su operación y funcionamiento.

- b. Cambio de poste y soporte.- En caso de impacto por accidente vehicular debe hacerse la sustitución inmediata, mediante el aflojamiento de las tuercas que sujetan al poste con las anclas, con la herramienta apropiada y/o con calor por medio de soplete. El retiro debe realizarse con una grúa hidráulica, al igual que el montaje del nuevo poste. En postes en que el impacto no dañó la caña pero aflojó el brazo que sostiene la luminaria y se encuentre en peligro o posibilidad de caer, se debe alinear y apretar de inmediato el soporte del brazo (percha) a la caña. La conclusión del trabajo se debe hacer pintando el poste y brazo, con la calidad y colores autorizados y estipulados por el Gobierno del Distrito Federal a través de la Residencia de Obra, en el mantenimiento preventivo. Por ninguna circunstancia se deben mantener postes chocados o sin brazo en la vía pública ya sea en el suelo o montados en su base de cimentación.
- c. Conductores eléctricos.- La sustitución, parcial o total, se debe hacer mediante la comprobación de la falta de continuidad de energía en el circuito. El reemplazo debe ser inmediato en los tramos afectados para evitar tener zonas oscuras por falta de luminarias en operación. Se deben corregir las conexiones en derivación en postes, registros de concreto y contactores con los conectores mecánicos apropiados y el encintado de estas conexiones con cinta de hule y plástico formando una mufa sólida, para asegurar la correcta operación de los conductores. Debe evitarse el hacer conexiones en ductos, tuberías, cañas de poste y brazos. Deben hacerse pruebas de aislamiento y continuidad con megóhmetro en cada operación.
- d. Dispositivos de control y acometidas.- Deben reponerse los dispositivos de control cuando el conector magnético no funcione adecuadamente, es decir, que no abra o cierre el circuito cuando recibe la señal del fotocontrol. También debe cambiarse si el conjunto interruptor y contactor esta dañado por efecto del tiempo e intemperie al encontrarse sulfatado el gabinete en el interior y exterior, y cuando no cierre correctamente la puerta del gabinete que lo mantiene sellado. El fotocontrol se debe cambiar si al hacer las pruebas indicadas en el mantenimiento preventivo éste no responde a la operación automática de encender y apagar con la luz natural. De la misma manera, se debe cambiar el receptáculo del fotocontrol cuando no se tenga un contacto correcto con éste. En la acometida del circuito en el punto de suministro de la compañía de luz, corregir la conexión externa al dispositivo de control asegurando que los conductores estén aislados, empalmados y encintados para evitar falsas conexiones que no permitan el suministro continuo de energía al sistema de alumbrado público, esta acción debe realizarse con equipo y luminaria apropiados de acuerdo a la altura.

- e. Ductos y canalizaciones.- Los ductos subterráneos de concreto están expuestos a daños por asentamiento del terreno, por el paso de vehículos con peso excesivo, por obras ajenas a la instalación de alumbrado público, por vandalismo o por robo de cable. Bajo estas consideraciones es necesario reparar de inmediato el tramo afectado, el cual se detecta mediante las pruebas indicadas en el mantenimiento preventivo. La reparación puede hacerse demoliendo el pavimento existente, cortando con sierra el cuadro a demoler, posteriormente, excavar hasta encontrar el ducto dañado retirándolo, colocando el nuevo ducto después de desalojar los conductores eléctricos. Posteriormente, rellenar la zanja en capas compactadas y reponer el pavimento con un espesor y acabado similar al existente, así como los conductores eléctricos. Si el tubo conduit en el poste de concreto de la acometida de la compañía de luz se encuentra en mal estado, se debe reponer desconectando el circuito de la combinación de alumbrado.
- f. Cimientos.- La base del cimiento debe reponerse en caso de accidente vehicular en poste, donde el impacto sea tan fuerte que saque a éste de la tierra o por re nivelaciones del pavimento. Debiendo respetarse las especificaciones de construcción cuando se trata de reposición completa de una base.
- g. Reparación de registros.- En el momento de detectar la falla en un registro debe reportarse para que sea reparada, posteriormente debe estudiarse la causa por la cual ocurrió el deterioro, ya sea por mala fabricación y/o colocación, exceso de carga, vandalismo o mala operación de la tapa.

Un registro debe estar nivelado y orientado para que cumpla su función y no se deteriore fácilmente.

La tapa debe embonar al marco; no debe tener un desnivel mayor de $\pm 0,5$ cm del nivel de piso terminado adyacente; si es de concreto, tener el espesor necesario (6 cm como mínimo y de sección constante en toda el área) para resistir el esfuerzo cortante que le producen las cargas exteriores y contar con los aditamentos apropiados para levantarla fácilmente.

- E.04. La Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE vigente, indicada en la cláusula B de Referencias, dentro de su contenido, tiene un capítulo específico para alumbrado público. Esa norma contiene: definiciones de los principales términos aplicables, objetivos del alumbrado público, criterios de diseño y calidad de las instalaciones, niveles de luminancia e iluminancia y las características de los sistemas de alumbrado público, entre otros.

Algunos de los temas más importantes fueron la clasificación de vialidades y la de materiales lumínicos, eléctricos, mecánicos y constructivos. Dentro de los lumínicos que es lo aplicable en el presente capítulo, se hizo una descripción de los diferentes tipos de lámparas disponibles en el mercado en ese momento, como las incandescentes, fluorescentes, de luz mixta, de vapor de mercurio, de aditivos metálicos y las de vapor de sodio en alta y baja presión; así como la clasificación de luminarias de acuerdo a curvas fotométricas.

En esta norma se recomienda evitar el uso de algunos tipos de lámparas en alumbrado público; por ejemplo, no recomienda el uso de lámparas incandescentes por el alto consumo de energía, aunque si las permite para iluminación de ornato, para efectos especiales, semáforos, señalización y alumbrado de emergencia en túneles y pasos a desnivel vehiculares y peatonales.

Así mismo, la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005, en su artículo 930-4, establece que no deben utilizarse lámparas incandescentes, fluorescentes, tungsteno-halógeno, vapor de mercurio y luz mixta, para alumbrado público, a excepción de pasos a desnivel peatonales, alumbrado de emergencia e instalaciones temporales.

F. ALCANCES, UNIDADES DE MEDIDA, CRITERIOS PARA CUANTIFICAR Y BASES DE PAGO.

F.01. () Lavado de dispositivo de alumbrado público.- El costo directo incluye: la señalización para delimitar el área de trabajo, el suministro de estopa, trapo, detergente, jerga, cepillo de raíz, agua y materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra para el acarreo libre horizontal y/o vertical, para el lavado y secado de la pieza; retiro del material sobrante, desperdicios y la señalización al sitio que determine la supervisión y la limpieza del área de trabajo; el equipo de seguridad de los trabajadores; el equipo y la herramienta necesarios para la ejecución correcta del trabajo.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se deben contar los dispositivos lavados según líneas de proyecto, aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se deben estimar una vez que se encuentren lavados los dispositivos de alumbrado público, probados y aprobados por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

- () Lavado de dispositivo de alumbrado público
- () Lavado de luminaria \$/pza.
- () Lavado de poste metálico o de concreto de diferentes diámetros y alturas, con uno o dos brazos o soportes, según el caso. \$/pza.

F.02. () Pintura de poste y soporte.- El costo directo incluye: la señalización para delimitar el área de trabajo, el suministro de la pintura alquidámica, sustancias no agresivas al medio ambiente usadas como solvente, lija y materiales de consumo menor necesarios, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra para el acarreo libre horizontal y/o vertical, para la preparación de la superficie, lijado, aplicación de la pintura; retiro del material sobrante, desperdicios y la señalización al sitio que determine la supervisión y la limpieza del área de trabajo; el equipo de seguridad de los trabajadores; el equipo y la herramienta necesarios para la ejecución correcta del trabajo.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se deben contar los postes y los soportes pintados según líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se deben estimar una vez que se encuentren pintados los postes y soportes de alumbrado público aprobados por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

- () Pintura de poste y soporte
- () Pintura de esmalte en poste metálico de diferentes diámetros y alturas, según el caso. \$/pza.
- () Pintura de esmalte en soporte metálico de diferentes diámetros y longitudes. \$/pza.

F.03. () Revisión y verificación de dispositivo de alumbrado público.- El costo directo incluye: la señalización para delimitar el área de trabajo, el suministro de materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra especializada para efectuar la revisión del

dispositivo, verificar su funcionamiento y elaborar reporte; retiro del material sobrante, desperdicios y la señalización al sitio que determine la supervisión y la limpieza del área de trabajo; el equipo de seguridad de los trabajadores; el equipo y la herramienta necesarios para la ejecución correcta del trabajo.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se deben contar los dispositivos revisados de alumbrado público según líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se deben estimar una vez que se encuentren terminados los trabajos de revisión de dispositivos de alumbrado público, aprobados por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

() Revisión y verificación de dispositivo de alumbrado público:

() Revisión de: cimiento, registro, pedestal, poste, soporte o brazo, luminaria, portalámpara, lámpara, celda foto-eléctrica, reactor, interruptor, acometida. \$/pza.

F.04. () Reposición de dispositivo de alumbrado público.- El costo directo incluye: la señalización para delimitar el área de trabajo, el suministro del dispositivo en su caso y materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra especializada, para la remoción del dispositivo en mal estado, colocación del nuevo dispositivo, pruebas, la mano de obra para el acarreo libre horizontal y/o vertical, retiro del material sobrante desperdicios y la señalización al sitio que determine la supervisión y la limpieza del área de trabajo; el equipo de seguridad de los trabajadores; el equipo y la herramienta necesarios para la ejecución correcta del trabajo.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se deben contar los dispositivos de alumbrado público repuestos según líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se deben estimar los dispositivos de alumbrado público instalados, probados y aprobados por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

- () Reposición de dispositivo de alumbrado público
- () Reposición de reactor, refractor, celda fotoeléctrica, con o sin base remota, portalámpara, lámpara, luminario, interruptor, poste, brazo o soporte, base o pedestal (dispositivos suministrados por el Gobierno del Distrito Federal). \$/pza.
- () Reposición de reactor, refractor, celda fotoeléctrica con o sin base remota, portalámpara, lámpara, luminario, interruptor, poste, brazo o soporte base o pedestal (dispositivos suministrados por el contratista). \$/pza.

F.05. () Rehabilitación de luminaria.- El costo directo incluye: la señalización para delimitar el área de trabajo, el suministro de los dispositivos necesarios en su caso y materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra especializada para el desmontaje de la luminaria, revisión y rehabilitación en taller, la mano de obra para el acarreo libre horizontal y/o vertical, retiro del material sobrante, desperdicios y la señalización al sitio que determine la supervisión y la limpieza del área de trabajo; el equipo de seguridad de los trabajadores; el equipo y la herramienta necesarios para la ejecución correcta del trabajo.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se deben contar las luminarias rehabilitadas según líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se deben estimar una vez que se encuentren rehabilitadas las luminarias, probadas y aprobadas por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

- () Rehabilitación de luminaria (dispositivos suministrados por el Gobierno del Distrito Federal). \$/pza.
- () Rehabilitación de luminaria (dispositivos suministrados por el contratista). \$/pza.

F.06. () Reposición de conductor eléctrico.- El costo directo incluye: la señalización para delimitar el área de trabajo, el suministro del cable o alambre, cinta de aislar y materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra especializada para la extracción del conductor dañado, instalación del nuevo conductor, conexiones y pruebas, la mano de obra para el acarreo libre horizontal y/o vertical, retiro del material sobrante, desperdicios y la señalización al sitio que determine la supervisión y la limpieza del área de trabajo; el equipo de seguridad de los trabajadores; el equipo y la herramienta necesarios para la ejecución correcta del trabajo.

La unidad de medida es el metro, con dos decimales de aproximación.

Para efectos de cuantificar, se debe medir la longitud del conductor eléctrico repuesto según líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se debe estimar la reposición del conductor eléctrico, aprobado por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

() Reposición de conductor de alambre o cable, de diversos calibres. \$/m

F.07. () Reposición de cimiento prefabricado para poste.- El costo directo incluye: la señalización para delimitar el área de trabajo, el suministro del cimiento prefabricado y materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra para la extracción del cimiento dañado, para el acarreo libre, para la presentación del nuevo cimiento, nivelación y fijación; retiro del material sobrante, desperdicios y la señalización al sitio que determine la supervisión y la limpieza del área de trabajo; el equipo de seguridad de los trabajadores; el equipo y la herramienta necesarios para la ejecución correcta del trabajo.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se deben contar los cimientos repuestos según líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se deben estimar los cimientos repuestos, aprobados por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

() Reposición de cimientto para poste. \$/pza.

- F. 08. () Reposición de registro o de tapa prefabricados.- El costo directo incluye; la señalización para delimitar el área de trabajo, el suministro del registro o de la tapa y de los materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra para el acarreo libre horizontal, para la extracción del registro dañado o de la tapa, presentación del nuevo registro o tapa, nivelación y fijación, retiro del material sobrante, desperdicios y la señalización al sitio que determine la supervisión y la limpieza del área de trabajo; el equipo de seguridad de los trabajadores; el equipo y la herramienta necesarios para la ejecución correcta del trabajo.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se deben contar los registros y/o las tapas repuestas según líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se deben estimar los registros y/o tapas repuestos, aprobados por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

() Reposición de registro o tapa prefabricados

() Reposición de tapa de registro. \$/pza.

() Reposición de registro incluyendo tapa. \$/pza.

() Reposición de registro \$/pza.

- F.09. () Reposición de ducto.- El costo directo incluye; la señalización para delimitar el área de trabajo, el suministro del ducto y materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra para el retiro del ducto dañado, para el acarreo libre, colocación del nuevo ducto, alineación y junteo, retiro del material sobrante, desperdicios y la señalización al sitio que determine la supervisión y la limpieza del área de trabajo; el equipo de seguridad de los trabajadores; el equipo y la herramienta necesarios para la ejecución correcta del trabajo.

La unidad de medida es el metro, con dos decimales de aproximación.

Para efectos de cuantificar, se debe medir la longitud del ducto repuesto según líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se debe estimar la longitud del ducto repuesto y aprobado por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

() Reposición de ducto en diversos materiales y diámetros. \$/m

LIBRO	8	CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE OBRAS Y EQUIPOS
PARTE	02	OBRA ELECTROMECAÁNICA
SECCIÓN	01	ELÉCTRICA
CAPÍTULO	003	INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN EDIFICACIONES

A. DEFINICIONES, CLASIFICACIÓN Y OBJETO

A.01. Trabajos necesarios que debe desarrollar en una edificación el personal especializado, para mantener en condiciones de servicio las instalaciones eléctricas.

A.02. El mantenimiento a las instalaciones señaladas en el inciso anterior de una edificación se clasifican en:

a. Mantenimiento preventivo.- Conjunto de acciones que se desarrollan para prevenir fallas de operación o funcionamiento de una red o instalación eléctrica evitando sobrecargas, caídas de tensión o interrupción de suministro a edificaciones y la que comprende las siguientes actividades:

1. Integración en un expediente y revisión visual de todo el sistema.
2. Limpieza del sistema.
3. Revisión de contactos.
4. Revisión de conexiones.
5. Revisión de tableros.
6. Pruebas de tensión.
7. Verificación de intensidad luminosa.
8. Revisión del sistema de tierra.
9. Revisión de instalaciones especiales para cómputo.

b. Mantenimiento correctivo.- Conjunto de trabajos necesarios a desarrollar para la corrección de las fallas que ponen en riesgo la operación correcta de una red de distribución. Consiste en las siguientes actividades:

1. Reparación o reposición de canalizaciones.
2. Reposición de accesorios.
3. Cambio de conductores.
4. Corrección o reposición de tableros y pastillas.
5. Revisión de acometida.

6. Limpieza de empalmes, terminales y aislamientos.
7. Corrección del sistema de fuerza.
8. Corrección del sistema de alumbrado.
9. Corrección del sistema de tierras.
10. Corrección del sistema de pararrayos.

A.03. El objeto del presente capítulo es el de indicar de manera enunciativa, no limitativa las actividades o trabajos a desarrollar por personal calificado para mantener en operación de servicio las instalaciones eléctricas en las edificaciones a cargo del Gobierno del Distrito Federal

B. REFERENCIAS EN OTRAS NORMAS, DE CONCEPTOS RELACIONADOS.

B.01 El presente capítulo tiene relación con la normatividad siguiente:

CONCEPTO	CAPÍTULO REFERENCIA	DEPENDENCIA
Instalaciones eléctricas(Utilización)	NOM 001-SEDE	Secretaría de Energía
Instalaciones eléctricas en edificios	2.03.09.003	G.D.F.
Sistemas de pararrayos y tierra	2.03.09.004	G.D.F.
Supervisión de ejecución de obras e instalaciones	2.04.01.001	G.D.F.
Construcción de sistemas de canalización	.01.01.034	G.D.F.
Registros en los sistemas de canalización subterránea	3.01.01.035	G.D.F.
Instalación y conexión de cables y accesorios de alumbrado público	3.01.01.036	G.D.F.
Desmontaje y desmantelamiento de instalaciones eléctricas	3.01.02.003	G.D.F.
Instalación de tubos para canalización de conductores eléctricos	3.01.02.024	G.D.F.

CONCEPTO	CAPÍTULO DE DEPENDENCIA REFERENCIA	
Instalación de ducto cuadrado embisagrado	3.01.02.025	G.D.F.
Instalación de charolas para alojar cables	3.01.02.026	G.D.F.
Instalación de cajas registro para conductores eléctricos	3.01.02.027	G.D.F.
Instalación de accesorios eléctricos	3.01.02.028	G.D.F.
Instalación de conductores eléctricos	3.01.02.029	G.D.F.
Instalación de unidades de iluminación	3.01.02.033	G.D.F.
Aplicación de pinturas, lacas y barnices	3.01.02.047	G.D.F.
Generalidades	8.01.02.001	G.D.F.
Sistema de pararrayos y tierras	8.02.01.005	G.D.F.

C. MATERIALES CONSTITUTIVOS DEL CONCEPTO.

C.01. El mantenimiento preventivo de las instalaciones eléctricas en edificaciones, así como los materiales necesarios para su fijación, o los que en el caso particular se requieran, deben cumplir con los requisitos de calidad establecidos en el proyecto, en las normas oficiales mexicanas NOM, en las normas mexicanas NMX, y lo que sea ordenado por la Residencia de Obra a través de la supervisión.

De no estar precisado en el proyecto u orden respectiva, se debe atender lo establecido en las especificaciones del área correspondiente y de no tenerse previsto en éstas, se debe atender lo establecido en el Libro 4 sobre calidad de materiales de las Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal, tomando como referencia los capítulos anotados enunciativa y no limitativamente en la cláusula B de Referencias.

En su aplicación, debe tomarse en cuenta que lo previsto en las especificaciones del proyecto tienen prioridad sobre las especificaciones generales y éstas a su vez prevalecen sobre las Normas citadas.

E. REQUISITOS DE EJECUCIÓN

E.01. Mantenimiento preventivo.

- a. Integración de un expediente y revisión visual de todo el sistema.
 1. Cada edificio debe tener un expediente con la información y las características de la instalación eléctrica, planos utilizados en su distribución con cargas balanceadas, en caso de no existir, deben elaborarse mediante levantamiento físico cuidadoso para obtener la información más confiable.
 2. Se realiza la revisión de toda la instalación verificando todas las zonas donde exista canalización, conductores y accesorios, con especial atención en las cajas de conexión, apagadores y contactos.
 3. Durante las revisiones se debe poner especial atención a los siguientes aspectos:
 - 3.1. El uso para el que fue diseñado el sistema.
 - 3.2. Aparición de fisuras, roturas, aplastamientos o desvíos en la canalización.
 - 3.3. Cableado (calibre para tensión y tierra).
 - 3.4. Falta o deterioro de alguno de los soportes en las canalizaciones.
 - 3.5. Tensión utilizada.
 - 3.5.1. Sobrecargas.
 - 3.5.2. Centros de control con elementos térmicos.
 - 3.5.3. Rectificadores de corriente.
 - 3.6. Ductos.
 - 3.7. Caída de tensión de los sistemas.
 - 3.8. Correcta operación de tableros.
 - 3.9. Buen estado en accesorios y tapas.
 - 3.10. Fácil acceso a cajas de conexión.
 - 3.11. Correcto funcionamiento de interruptores.
 - 3.12. Aislamientos deteriorados.
 - 3.13. Luces indicadoras de control y alerta.
 - 3.14. Humedad.

- b. Limpieza del sistema.- Se debe realizar una limpieza general del sistema y tableros, en su exterior e interior para liberarlos de humedad, polvo o agentes corrosivos, revisando que su puerta cierre herméticamente, limpiar las canalizaciones de igual modo, revisando que no fallen o estén flojos los soportes, conexiones y terminales; por último, limpiar los conductores en caso de ser posible, retirando el polvo y cualquier agente extraño a ellos, verificando que no este dañado su aislamiento. Esto debe llevarse a cabo por el personal de mantenimiento del inmueble capacitado y autorizado para manejo de instalaciones eléctricas.
- c. Revisión de contactos y apagadores.- Debe verificarse conexión, conductividad, neutro a tierra y su fijación que cuente con una presión uniforme. Cerciorarse que su tapa esté correctamente colocada sin materiales corrosivos. Esta revisión efectuarla al menos una vez por año.
- d. Revisión de conexiones.- Se debe verificar que las cargas estén balanceadas, las terminales, empalmes y conexiones no se encuentren sulfatadas, así como su aislamiento y sujeción correcta para evitar el sobrecalentamiento de los conductores. En caso de detectar alguna falla, ésta debe anotarse en bitácora y proceder a su rectificación, realizando nuevamente las conexiones en forma de empalme y con cinta para aislar. Esta revisión debe efectuarse al menos una vez cada año.
- e. Revisión de tableros.- Revisar todos los tableros, centros de carga y centros de control de motores, en su exterior que se encuentren libres de polvo, materiales corrosivos y/o partículas extrañas al tablero, de igual modo verificar que estén en buenas condiciones generales sin golpes o roturas y bien pintados; en su interior; se debe revisar que estén igualmente limpios y que todos los interruptores, contactos y arrancadores estén en buen estado; así mismo, verificar que todos sean de la capacidad apropiada. Esta revisión se debe efectuar al menos una vez cada año.
- f. Pruebas de tensión.- Revisar la intensidad de corriente y caída de potencia de cada salida eléctrica, verificando cada punto con equipo especial como amperímetro y voltímetro, para estar seguros que el sistema cumple con lo especificado en diseño y polaridad, para que no presente fallas al alimentar a los equipos que utilicen energía eléctrica; esta verificación debe realizarse una vez cada seis meses y debe ser hecha por personal capacitado.
- g. Verificación de niveles de iluminación.- Verificar el nivel de iluminación de acuerdo a las especificaciones del diseño original o a las necesidades de iluminación propias de cada área, verificando que las lámparas estén en el lugar y cantidad suficiente, que sean de la intensidad y tipo adecuados y que no presenten fallas o que existan luminarios fundidos; la revisión se debe realizar por lo menos una vez por mes, haciendo un recorrido por todas las

áreas, hechas por personal de mantenimiento general, y llevando anotaciones de cada lugar para el conocimiento de efectividad del sistema de iluminación. Esta revisión debe efectuarse al menos una vez cada año.

- h. Revisión de instalaciones especiales para equipos de cómputo.- Revisar que la red que alimenta el sistema de cómputo se encuentre con la tensión y corriente correcta y sus tomas de fuerza aterrizadas, al igual que se debe verificar todo el recorrido de los conductores, que no tengan roturas o aplastamiento de la tubería, realizando esto el personal de mantenimiento capacitado para manejo y conservación de instalaciones eléctricas para equipos especiales.
- i. Acción del sistema eléctrico, al menos una vez cada año. En caso de encontrar anomalías, se deben reemplazar los accesorios que presenten fallas o se encuentren deteriorados por el mal uso o por haberse cumplido su vida útil.
- j. Limpieza y pintura de gabinete de luminaria, esta debe ser desarmada en su totalidad y preparada para su pintura la que debe ser ordenada tanto en color, espesor y textura por la supervisión debiendo quedar armada, instalada y en operación.

E.02. Mantenimiento correctivo.

- a. Reparación o reposición de canalizaciones.- En todos los casos en los que se encuentre una tubería, ducto o charola con fisuras, roturas o corrosión extrema, debe procederse a realizar el cambio de ésta; para ello se debe interrumpir el suministro de energía en dicha zona o en caso necesario en su totalidad, reemplazando sólo el área detectada en dicha zona, o reemplazando todo el tramo donde existe el daño. Esta acción debe ser llevada a cabo por personal capacitado con conocimientos en instalaciones eléctricas.
- b. Reposición de accesorios.- En todos los casos en los que se encuentren accesorios como tapas, cajas, contactos o apagadores, dañados, con fisuras, roturas, corrosión extrema o golpes, proceder a realizar el cambio de éstos; para ello se debe interrumpir el suministro de energía en dicha zona, o en caso necesario, en su totalidad, reemplazando el accesorio dañado; esta acción debe ser llevada a cabo por personal capacitado con conocimientos en instalaciones eléctricas.
- c. Cambio de conductores.- En todos los casos en que se encuentre un conductor trozado, con fisuras, o daños en el aislamiento, se debe reemplazar, para ello se debe interrumpir el suministro de energía en dicha

zona, o en caso necesario en su totalidad, sustituir por otro de iguales características, verificando su empalme y conexión, cuidando que quede totalmente aislado con cinta plástica de aislar. Esta acción debe ser llevada a cabo por personal capacitado con conocimientos en instalaciones eléctricas.

- d. Corrección o reposición de tableros y pastillas.- Todos los tableros, centros de carga y centros de control de motores que en su parte posterior tengan ranuras, roturas o fisuras, deben ser reemplazados por otros completamente nuevos y de la misma capacidad, si únicamente les falta pintura, deben pintarse con pintura anticorrosiva, de preferencia epóxica, se debe revisar que la tapa sea fácilmente removible y su interior accesible. Así mismo, cada una de las pastillas que se encuentren dañadas, deben ser reemplazadas por unas de la misma capacidad interruptiva.
- e. Revisión de acometida.- Se debe revisar la acometida eléctrica para constatar que se encuentre funcionando correctamente, en caso contrario, debe darse aviso a la compañía suministradora del servicio.
- f. Limpieza de empalmes, terminales y aislamientos.- Todos los empalmes, terminales y aislamientos deben revisarse para asegurar una conexión correcta, en caso contrario, deben limpiarse con un paño seco y liberándolos de polvo o agentes extraños; para ello, se debe interrumpir la energía eléctrica. Esta acción la debe llevar a cabo personal capacitado con conocimiento en instalaciones eléctricas.
- g. Corrección del sistema de fuerza.- El sistema de fuerza se debe revisar al menos una vez cada dos años en cuanto a caídas de tensión y regulación de tensión, en caso de mala conexión, proceder a realizarla nuevamente, procurando no tensar el conductor, en caso de cable trozado, se debe desconectar la energía eléctrica y unir con un trozo de cable del mismo calibre, todo ello lo debe realizar personal capacitado en instalaciones eléctricas.
- h. Corrección del sistema de alumbrado.- El sistema de alumbrado se debe revisar al menos una vez cada seis meses en cuanto a sus canalizaciones, cableado, accesorios y lámparas, en casos de mala conexión, realizarla nuevamente, procurando no tensar el conductor, en caso de cable trozado, se debe desconectar la energía eléctrica y unir con un trozo nuevo de cable del mismo calibre, las lámparas deben fijarse firmemente y revisarse sus conexiones, mientras que las bombillas que no prendan o su luz sea insuficiente, deben ser reemplazadas individualmente o bien en su totalidad, para ello se debe interrumpir el suministro de energía eléctrica en dicha zona, o en caso necesario en su totalidad, reemplazando la o las unidades en mal estado por una o unas completamente nuevas. Esta acción debe ser llevada a cabo por personal capacitado en instalaciones eléctricas.

- i. Corrección del sistema de tierras.- En casos de mala conexión, proceder a realizarla nuevamente, procurando no tensar el cable, en caso de utilización de conectores, este debe estar firmemente conectado y el tornillo lo suficientemente apretado para sostener al conductor sin romperlo, en caso de cable trozado, se debe desconectar la energía eléctrica y unir con un trozo de cable del mismo calibre, todo ello lo debe realizar personal capacitado en instalaciones eléctricas.
- j. Corrección del sistema de pararrayos.- Cuando las puntas de pararrayos no estén en su sitio, se deben colocar en el lugar previsto y fijarlas a base de abrazaderas, las conexiones que se deban realizar, deben estar firmes, en caso de cable trozado, unir con un trozo de cable del mismo calibre, realizando la conexión a modo de empalme, todo ello lo debe realizar personal capacitado en instalaciones eléctricas.

F. ALCANCES, UNIDADES DE MEDIDA, CRITERIOS PARA CUANTIFICAR Y BASE DE PAGO

F.01. () Revisión general del sistema.- El costo directo incluye: la señalización para delimitar el área de trabajo, el suministro de materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra para el acarreo libre, horizontal y/o vertical, la mano de obra especializada para efectuar la revisión general de los elementos que componen la instalación, detectar las anomalías presentadas, registrarlas en bitácora y proponer su corrección; retiro del material sobrante, desperdicios y la señalización al sitio que determine la supervisión y la limpieza del área de trabajo; el equipo de seguridad de los trabajadores; el equipo y la herramienta necesarios para la ejecución correcta del trabajo.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se debe contar el número de sistemas eléctricos revisados, según líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se deben estimar los trabajos de revisión general del sistema, aprobados por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

() Revisión general del sistema. \$/pza.

- F.02. () Limpieza y pintura de gabinetes para luminarias.- El costo directo incluye: la señalización para delimitar el área de trabajo, el suministro de detergente, lija, pintura, solventes, la parte proporcional del costo de los andamios en caso de requerirlos y los materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra para el acarreo libre horizontal y/o vertical, la mano de obra especializada para el desmontaje del gabinete, lavado, secado, pintado, colocación en su lugar original, retiro del material sobrante, desperdicios, la señalización y los andamios al sitio que determine la supervisión y la limpieza; el equipo de seguridad de los trabajadores; el equipo y la herramienta necesarios para la ejecución correcta del trabajo.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se deben contar los gabinetes para luminarias limpiados, pintados y reinstalados según líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se deben estimar los trabajos de limpieza, pintura y reinstalación de gabinetes para luminarias, aprobados por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

() Limpieza y pintura de gabinetes para luminarias

() Gabinete para alumbrado interior, cualquier modelo según el caso \$/pza.

- F.03. () Reposición de tubería, ducto, charola y/o caja de conexión.- El costo directo incluye: la señalización para delimitar el área de trabajo, el suministro y la colocación de los accesorios (abrazaderas, tapas, tuercas y tapones), de tubería, conexiones, ductería, piezas especiales, la parte proporcional del costo de los andamios en caso de ser requeridos y los materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra para los acarreos necesarios horizontales y/o verticales, la mano de obra especializada para los cortes, colocación de piezas, retiro de piezas, retiro del material sobrante, desperdicios, la señalización y los andamios al sitio que determine la supervisión, y la limpieza; el equipo de seguridad de los trabajadores; el equipo y la herramienta necesarios para la ejecución correcta del trabajo.

La unidad de medida es la pieza, a excepción de la tubería y ductos que será el metro, con dos decimales de aproximación.

Para efectos de cuantificar, se deben contar las charolas o cajas de conexión, o medir la longitud de ducto o de tubo repuesto según líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se deben estimar una vez que se encuentren terminados los trabajos de reposición de accesorios eléctricos tuberías y/o ductos, aprobados por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

- () Reposición de tubería, ducto, charola y/o caja de conexión
- () Colocación de pieza en tubería. \$/pza.
- () Colocación de tubo o ducto. \$/m

F.04. () Pintura anticorrosiva en tablero.- El costo directo incluye: la señalización para delimitar el área de trabajo, la parte proporcional del costo de los andamios en caso de requerirse, el suministro de lija, estopa, pintura de la calidad necesaria, los solventes, materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra para los acarrees horizontales y/o verticales, la mano de obra especializada para el almacenaje y lavado, lijado y aplicación de la pintura; retiro del material sobrante, desperdicios, la señalización y los andamios al sitio que determine la supervisión y la limpieza del área de trabajo; el equipo de seguridad de los trabajadores y la herramienta necesaria para la ejecución correcta del trabajo.

La unidad de medida es el metro cuadrado con dos decimales de aproximación.

Para efectos de cuantificar, se debe medir la superficie de pintura anticorrosiva aplicada sobre el tablero, según líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se debe estimar la superficie de pintura anticorrosiva aplicada en el tablero, aprobada por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

- () Pintura anticorrosiva en tablero. \$/m²

F.05. () Reposición de tablero y/o interruptor.- El costo directo incluye: la señalización para delimitar el área de trabajo, la parte proporcional del costo de los andamios en caso de requerirse, el suministro del tipo de tablero y/o interruptor por reponer, los materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra para los acarreos libres horizontales y/o verticales, la mano de obra especializada para la desviación y/o corte del suministro eléctrico, retiro de la pieza dañada, colocación, fijación, conexión al sistema, pruebas, retiro del material sobrante, desperdicios, la señalización y los andamios al sitio que determine la supervisión y la limpieza del área; el equipo de seguridad de los trabajadores; el equipo y la herramienta necesarios para la ejecución correcta del trabajo.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se deben contar los tableros o interruptores repuestos, según líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se deben estimar los tableros o interruptores eléctricos repuestos, aprobados por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

- | | |
|-------------------------------|---------|
| () Reposición de tablero | \$/pza. |
| () Reposición de interruptor | \$/pza. |

LIBRO	08	CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE OBRAS Y EQUIPOS
PARTE	02	OBRA ELECTROMECAÁNICA
SECCIÓN	01	ELÉCTRICA
CAPÍTULO	004	INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES

A. DEFINICIONES, CLASIFICACIÓN Y OBJETO

A.01. Trabajos necesarios que se deben desarrollar en una instalación eléctrica de una planta industrial, para mantenerlas en condiciones de servicio y operación eficiente.

A.02. Instalaciones eléctricas en plantas.- Conjunto de dispositivos y conductores eléctricos conectados entre sí, para proporcionar la energía eléctrica en un proceso determinado.

A.03. Para su aplicación en esta norma, se incluye el siguiente glosario de términos:

- a. Ajuste de un interruptor automático.- Valor de la corriente que determina su disparo.
- b. Apartarrayos.- Dispositivo que se emplea para proteger el equipo conectado a un circuito eléctrico contra el efecto de una sobretensión que se origina, tanto por descargas atmosféricas, como por la operación de interruptores o por otras causas de disturbios en el circuito.
- c. Controlador.- Dispositivo o grupo de dispositivos que sirven para gobernar en alguna forma, la potencia eléctrica suministrada a los equipos, a los cuales está conectado.
- d. Desconectador.- Mecanismo destinado a abrir o cerrar en aire un circuito únicamente después de que se ha desconectado la carga por algún otro medio.
- e. Puesta a tierra.- Acción y efecto de conectar a tierra ciertas partes de un equipo o de un circuito.

- f. Subestación de usuario.- Es la subestación que es propiedad del usuario del servicio y cuya función es modificar la tensión de alimentación o la corriente en la forma que se requiera para la distribución.
- g. Tablero de pared.- Gabinete metálico que se sobrepone o empotra en un muro o estructura, con acceso únicamente por el frente, que resguarda barras, interruptores y otros dispositivos de protección contra sobrecorriente, en circuito con cargas relativamente pequeñas.
- h. Tablero de piso.- Gabinete metálico soportado por una estructura apropiada apoyada en el piso, con acceso por el frente y por atrás, el cual puede estar formado por una o varias secciones ensambladas, incluyendo barras, interruptores, aparatos de medida, control y protección de circuitos eléctricos.

A.04. Los trabajos de mantenimiento en las instalaciones eléctricas de una planta industrial, se clasifican en:

- a. Mantenimiento preventivo.- Es la conservación sistemática y planeada para mantener en buen estado el equipo, reducir al mínimo futuros problemas de operación y fallas, ejecutando por adelantado las reparaciones de menor importancia necesarias para la prevención de dificultades de funcionamiento de mayores proporciones. Comprende las actividades rutinarias tales como pintura, lubricación, limpieza, cargas de abastecimiento y revisión periódica a los equipos e instalaciones.
- b. Mantenimiento correctivo.- Es el conjunto de actividades que realiza personal especializado para la eliminación de fallas imprevistas en la medida que se van presentando en las instalaciones eléctricas, o por la interrupción definitiva del servicio. Asimismo, este tipo de mantenimiento puede ser:
 - 1. Mantenimiento directo.- Comprende todos los trabajos de reparación de las fallas en las instalaciones eléctricas del equipo de producción.
 - 2. Mantenimiento indirecto.- Son todas aquellas actividades destinadas a la experimentación o modificación de las instalaciones y equipo con el fin de aumentar la eficiencia y reducir costos de operación.

A.05. Según sus características las instalaciones pueden ser:

- a. Por su uso.
 - 1. Instalaciones eléctricas de fuerza.- Aquellas que alimentan en forma individual o en grupo a las diversas demandas solicitadas por elementos

tales como motores, rectificadores, hornos o equipos similares, a través de tableros, transformadores y/o subestaciones.

2. Instalaciones eléctricas de alumbrado.- Las que alimentan a los dispositivos de iluminación y las cargas eléctricas constituidas por aparatos y máquinas pequeñas, a través de tableros, transformadores y/o subestaciones.
3. Instalaciones mixtas.- Es la combinación de las dos anteriores.

b. Por su capacidad de servicio.

1. Baja tensión.- De 0 a 50 voltios, ya sea entre conductores o con respecto a tierra.
2. Media tensión.- De 51 a 1000 voltios, entre conductores o con respecto a tierra.
3. Alta tensión.- Mayores de 1000 voltios.

Para la corriente continua, pueden tomarse los mismos límites que para la corriente alterna, mientras no se fijen valores diferentes.

c. Por su colocación.

1. Ocultas.
2. Parcialmente ocultas.
3. Visibles.

A.06. El objeto del presente capítulo es el de indicar de manera enunciativa, no limitativa las actividades o trabajos a desarrollar por personal calificado para mantener en operación de servicio las instalaciones eléctricas a cargo del Gobierno del Distrito Federal

B. REFERENCIAS EN OTRAS NORMAS, DE CONCEPTOS RELACIONADOS.

B.01. El presente capítulo tiene relación con la normatividad siguiente:

CONCEPTO	CAPÍTULO DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Instalaciones eléctricas.(Utilización)	NOM-001-SEDE	Secretaría de Energía

CONCEPTO	CAPÍTULO REFERENCIA	DEPENDENCIA
Eficiencia energética en sistemas de alumbrado en edificios no residenciales	NOM-007-ENER	Secretaría de Energía
Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales	NOM-008-ENER	Secretaría de Energía
Instalaciones eléctricas en edificios	2.03.09.003	G.D.F.
Construcción de sistemas de canalización	3.01.01.034	G.D.F.
Registros en los sistemas de canalización subterránea	3.01.01.035	G.D.F.
Instalación de ducto cuadrado embisagrado	3.01.02.025	G.D.F.
Instalación de cajas registro para conductores eléctricos	3.01.02.027	G.D.F.
Instalación de conductores eléctricos	3.01.02.029	G.D.F.
Instalación de unidades para iluminación	3.01.02.033	G.D.F.
Generalidades	8.01.02.001	G.D.F.
Instalaciones eléctricas en edificaciones	8.02.01.003	G.D.F.
Sistema de pararrayos y tierras	8.02.01.005	G.D.F.
Motores eléctricos en general	8.02.01.007	G.D.F.

C. MATERIALES CONSTITUTIVOS DEL CONCEPTO.

C.01. La construcción, ensamble y prueba de materiales componentes y refacciones necesarias utilizadas en las instalaciones eléctricas en planta, que se suministren para los programas de mantenimiento deben cumplir con las especificaciones del

fabricante, así como de las certificaciones que para tales efectos describen las sociedades, instituciones y asociaciones descritas a continuación:

- a. ANSI (American National Standard Institute).
- b. NEMA (National Electrical Manufacturers Association).
- c. IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers).
- d. ASTM (American Society for Testing and Materials).
- e. ASME (American Society of Mechanical Engineers).
- f. AWS (American Welding Society).
- g. IEC (International Electro Technical Commission).
- h. NOM (Norma Oficial Mexicana).
- i. AWG (American Wire Gauge).
- j. NMX (Norma Mexicana)

C.02. Además de lo ya señalado en el inciso anterior, para los materiales de las instalaciones eléctricas debe considerarse lo siguiente:

- a. Subestaciones.- Deben ser diseñadas de acuerdo a tecnologías reconocidas por su calidad, especificaciones de diseño y con componentes de fabricación nacional; de acuerdo a normas y capacidades de requerimiento.
- b. Los cortacircuitos, relevadores y rectificadores de corriente y conductores eléctricos, deben estar contruidos bajo normas y especificaciones de calidad y capacidades requeridas para el manejo adecuado de las tensiones de diseño.

C.03. Además, los materiales necesarios para su fijación, o los que en el caso particular se requieran, deben cumplir con los requisitos de calidad establecidos en el proyecto o lo que sea ordenado por la supervisión.

De no estar precisado en el proyecto u orden respectiva, se debe atender lo establecido en las especificaciones del área correspondiente y de no tenerse previsto en éstas, se debe atender lo establecido en el Libro 4 sobre calidad de materiales de las Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal, tomando como referencia los capítulos anotados enunciativa y no limitativamente en la cláusula B de Referencias.

En su aplicación, debe tomarse en cuenta que lo previsto en las especificaciones del proyecto tienen prioridad sobre las especificaciones generales y éstas a su vez prevalecen sobre las normas citadas.

D. EQUIPOS Y SISTEMAS

D.01. Cuando sea necesario la sustitución de los componentes de una instalación eléctrica, subestación, equipo o sistema integrado, debe tenerse en cuenta para su reemplazo las características originales, respetándose:

- a) Marca (Siempre y cuando esta marca haya cumplido con los requisitos garantizados previamente por el fabricante para la operación y mantenimiento).
- b) Corriente de operación.
- c) Tensión.
- d) Fases.
- e) Frecuencia.
- f) Aislamiento (si lo lleva).
- g) Factor de potencia.
- h) Ciclo de operación (continuo o intermitente).
- i) Aplicación (tipo de equipo a impulsar).
- j) Construcción (tipo).
- k) Temperatura de servicio.
- l) Medio ambiente (polvo, gases, humedad, corrosión, etc.).
- m) Tipo de ensamble.

D.02. Con la aprobación del representante del Gobierno del Distrito Federal a través de la Residencia de Obra, es conveniente elaborar un estudio basado en estadísticas de funcionamiento para determinar si la sustitución se efectúa con componentes de las mismas características o se cambian de acuerdo a las condiciones reales de funcionamiento requeridas, manteniendo siempre costos bajos de adquisición, operación y mantenimiento, adquisición rápida de refacciones en el mercado, incremento de la eficiencia de operación y mantenimiento, mayor seguridad e incorporación de avances tecnológicos.

E. REQUISITOS DE EJECUCIÓN

E.01. Para llevar a cabo el mantenimiento preventivo en instalaciones eléctricas, debe procederse de acuerdo con las indicaciones técnicas o lo ordenado por el representante del Gobierno del Distrito Federal a través de la Residencia de Obra, además se debe observar lo siguiente:

- a. Se debe contar con equipos de prueba y medición fabricados bajo normas de calidad, debidamente calibrados ante laboratorios acreditados y que garanticen resultados satisfactorios.
 - b. El personal de mantenimiento, debe tener los conocimientos y entrenamiento necesario en el manejo y operación de equipo y energía eléctrica, así mismo, contar con la herramienta y el equipo de seguridad necesario, como son:
 - 1. Pértiga universal
 - 2. Pinzas y alicates aislados
 - 3. Tarimas aislantes
 - 4. Letreros indicativos de peligro
 - 5. Extintores
 - 6. Detectores neón
 - 7. Sistemas de tierra y pararrayos
 - 8. Casco de seguridad, guantes y botas dieléctricas
 - 9. Otros
 - c. Se debe elaborar un inventario de las instalaciones y equipos eléctricos, con la finalidad de diseñar el programa de mantenimiento preventivo que permita la comprobación periódica de dichas instalaciones y equipos y evitar en lo posible daños ocasionados por fallas imprevistas, asimismo tener en almacén una reserva de las refacciones eléctricas de mayor demanda, éstas se deben obtener del mismo fabricante del equipo, para tener la certeza de que están fabricadas con los materiales apropiados.
- E.02. En la realización del diagnóstico sobre el estado general de los diversos aparatos eléctricos, deben conservarse los registros correspondientes, y deben ser concisos, detallados y completos referente al estado de dichos aparatos; así mismo, debe tener la información básica de referencia siguiente:
- a. Fabricante, marca, modelo, tipo, tamaño, intensidad de corriente, resistencia, potencia y tensión.
 - b. Datos de inspecciones y control de pruebas efectuadas en las labores de mantenimiento.
 - c. Diagnóstico de las inspecciones.
 - d. Programa de mantenimiento preventivo.
 - e. Costos de reparaciones y fechas de ejecución.

- E.03. El personal encargado del mantenimiento debe tener una bitácora en donde se establezcan las condiciones físicas de los equipos eléctricos, reportes de fallas de operación, modificaciones, reparaciones y todas aquellas actividades diarias del mantenimiento.
- E.04. Cuando las instalaciones eléctricas y/o el equipo deba someterse a pruebas necesarias después de haberse realizado el mantenimiento, se debe atender lo señalado por las indicaciones técnicas establecidas de antemano por otras instituciones, por una unidad verificadora o por el representante del Gobierno del Distrito Federal a través de la Residencia de Obra, y además de lo siguiente:
- a. De acuerdo a las condiciones de trabajo se debe determinar el método más seguro y eficiente para practicar las pruebas requeridas.
 - b. Deben observarse las reglas de seguridad para proteger al personal encargado de las pruebas.
 - c. Los operarios de mantenimiento deben conocer los equipos, circuitos y conexiones para realizar las pruebas con seguridad y eficiencia.
 - d. Hasta donde sea posible, se debe evitar la prueba de los equipos cuando estén bajo la corriente de servicio.
 - e. Cuando sea necesario mantener con corriente algunos circuitos, se deben tomar todas las precauciones que se requieran.
 - f. Los conjuntos de barras colectoras y otros elementos conductores de fuerza, deben quedar debidamente protegidos y desconectados durante los trabajos de prueba.
 - g. Se debe aislar completamente de los circuitos de control aquel equipo que esté siendo sometido a las pruebas, con el fin de evitar una realimentación accidental y se deben hacer pruebas preliminares para asegurarse que los aparatos a revisar carecen de energía eléctrica.
 - h. Si la prueba al equipo requiere energía eléctrica, debe protegerse al personal de mantenimiento contra descargas eléctricas por medio del uso de tapetes aislantes y guantes de hule, gafas de protección y casco de seguridad, además de herramientas adecuadas con aislamiento y lo que se indica en el subinciso E.01.b.

- i. Los grupos de barras colectoras que hayan sido desconectadas para trabajos de prueba, deben conectarse a tierra como medida preventiva contra la realimentación de la tensión de prueba que pudiera poner en peligro a otro personal que trabaje en otras áreas o con aparatos conectados a las barras. Si la conexión a tierra de estos circuitos no es posible, toda la zona de prueba debe cercarse con cuerdas, colocándole señales preventivas o luces intermitentes.
- j. Debe impedirse el acceso a la zona de prueba a todo el personal que carezca de autorización mientras se practica ésta.
- k. No debe procederse a la ejecución de pruebas sin haber revisado antes los planos eléctricos correspondientes. Esto no sólo concierne al equipo que se está sometiendo a prueba, sino también a los circuitos de control y a las conexiones de alimentación de fuerza de los aparatos. Debe tenerse en mente que pueden haberse hecho cambios y ediciones sin la anotación correspondiente en los planos, por lo que éstos deben actualizarse.
- l. Los circuitos y en general cualquier equipo o dispositivo capaz de almacenar energía eléctrica procedente de las tensiones de prueba aplicadas deben mantenerse unidos a tierra en forma permanente durante las pruebas, o si son necesarios y tienen que ser conectados con los circuitos de prueba, deben conectarse a tierra después de cada aplicación de la tensión de prueba.
- m. Por ningún motivo debe confiarse a terceras personas la retransmisión de señales a los operarios que colaboran en la ejecución de las pruebas, no se debe abandonar el equipo de pruebas conectado y sin atención. Si por alguna causa es necesario suspender transitoriamente la prueba, los equipos y/o dispositivos deben desconectarse.
- n. Durante los trabajos, el personal que ejecuta las pruebas, debe despojarse de relojes, anillos, y en general, toda clase de artículos conductores de electricidad.
- o. El personal de pruebas debe tener conocimientos y entrenamiento en primeros auxilios.
- p. Durante las pruebas se debe contar con un botiquín de primeros auxilios del tipo industrial, así como extintores de incendio propios para usarse contra el fuego provocado por electricidad.
- q. El personal no debe trabajar en forma individual o aislada sino bajo la observación de otros, en cuadrillas de dos o más operarios.

- E.05. En el mantenimiento del equipo eléctrico además de lo indicado por el representante del Gobierno del Distrito Federal a través de la supervisión, se deben considerar las siguientes reglas:
- a. Se debe mantener limpia toda instalación, equipos y dispositivos eléctricos para evitar fallas en los sistemas y partes móviles, aumento de temperatura de operación o la formación de arcos o saltos eléctricos en partes desnudas.
 - b. Para evitar la probable oxidación de piezas de aleaciones metálicas o la formación de cortos circuitos, toda instalación, equipo y dispositivos deben mantenerse secos.
 - c. Se debe mantener una vigilancia constante y servicio rutinario de mantenimiento para la localización a tiempo de desgaste o desajuste de conexiones, piezas mecánicas y otras partes sujetas con tornillos o tuercas.
- E.06. En los casos en que hubiera dispositivos componentes de sistemas eléctricos destinados a la protección de otros equipos, que se operan muy rara vez o en casos de emergencia, se deben practicar inspecciones periódicas para conocer su estado mecánico y sólo mediante la autorización del representante del Gobierno del Distrito Federal a través de la Residencia de Obra o de la supervisión, se podrán hacer funcionar eléctricamente.
- E.07. Cuando se proporcione mantenimiento para evitar fricción en el equipo eléctrico, no deben lubricarse las partes afectadas, salvo que sea autorizada por el representante del Gobierno del Distrito Federal a través de la Residencia de Obra y ésta a su vez ordenárselo a la supervisión para que lo ejecute la contratista.
- E.08. Cuando las labores de mantenimiento de la instalación eléctrica y/o del equipo se haya terminado, deben ser revisados y probados a satisfacción de la Residencia de Obra a través de la supervisión, antes de ser entregadas. Debe revisarse detenidamente la instalación y las conexiones de cables, con el objeto de asegurarse que han sido ejecutadas convenientemente.
- E.09. Los equipos y/o dispositivos eléctricos deben colocarse en sitios accesibles para su revisión y reparación.

- E.10. El mantenimiento del equipo se debe basar en las condiciones físicas y en las recomendaciones que haga el fabricante, el representante del Gobierno del Distrito Federal a través de la Residencia de Obra o de la supervisión, en los casos en que la continuidad de trabajo del equipo sea de vital importancia para el proceso de una línea de producción, para un proceso determinado o para la operación entera de la planta por ser de carácter prioritario su funcionamiento, el equipo debe ser inspeccionado en cada turno o mínimo diariamente.
- E.11. Debido a la enorme variedad del equipo eléctrico existente, la información que aquí se proporciona es de carácter general, no se pretende que sean abarcadas todas las posibles contingencias, para los procedimientos a seguir en casos particulares de instalaciones, manejo y servicio de mantenimiento por lo que deben seguirse las instrucciones del manual respectivo.

Por otro lado, la energía eléctrica que se suministra a muchas plantas industriales y edificios, se hace mediante tensión primaria, la que resulta ser muy alta para aplicarse directamente a las cargas conectadas al sistema eléctrico de dichas plantas o edificios, con el objeto de convertir tensiones a niveles adecuados (110, 220 y 440 voltios, etc.), se usan las subestaciones que se integran de diferentes equipos y componentes y a los cuales deben efectuárseles las siguientes revisiones:

- a. Acometida.- Revisión visual de ducto, canalización, conductores, sistemas de medición y cuchillas desconectoras.
- b. Medidores e instrumentos.- Verificar que éstos registren correctamente los valores de consumo de energía eléctrica. En caso de falla de este equipo o de la acometida (subinciso anterior), debe darse aviso a la compañía suministradora.
- c. Apartarrayos.- Revisión, limpieza, ajuste y cambios de conductores o electrodos, verificando con los instrumentos apropiados, conductividad y resistencia.
- d. Equipo de control y distribución.- Por lo menos se debe inspeccionar lo siguiente:
 1. El gabinete y tablero de control deben abrirse para practicar la limpieza, con una aspiradora con boquilla aislada, operación que debe realizarse una vez al año.
 2. Interruptores de control. Debe comprobarse el funcionamiento del dispositivo de control cuando menos dos veces al año.

- e. Interruptores de cuchillas, fusibles de alta tensión e interruptores de separación.- Como mínimo deben revisarse cada año o con mayor frecuencia si las condiciones de los siguientes aparatos lo requieren:
 - 1. Contactos.
 - 2. Interruptores.
 - 3. Fusibles de alta tensión para intemperie.
 - 4. Interruptores de desconexión de alta tensión.
 - 5. Interruptores operando en grupo.

- f. Luces indicadoras.- Verificar que todas las lámparas incandescentes indicadoras enciendan correctamente, limpiando y ajustando sus conexiones, revisando su intensidad de corriente y su conexión a tierra.

- g. Tableros de pruebas.- Debe observarse que los contactos estén en buenas condiciones, que sus bases y cubiertas no estén rotas.

- h. Barras conectoras de los tableros.- Se debe revisar que no exista sobrecalentamiento, debido a un desequilibrio de cargas.

- i. Transformadores para instrumentos.- Revisar las conexiones de los circuitos primarios y secundarios, los que conducen a tierra (de la armazón y del núcleo secundario), así como los fusibles de potencia.

- j. Disparadores e interconexiones de protección.- Estos deben revisarse para tener la certeza de que estén cerrados cuando los cortacircuitos sean retirados. Asimismo las interconexiones no deben estar dañadas ni flojas en sus terminales, además la inspección de los interruptores, debe ser de dos o más veces al año y debe;
 - 1. Revisar con mayor detalle cuando el interruptor se haya disparado a consecuencia de una fuerte corriente de cortocircuito.
 - 2. Cuando el interruptor deba permanecer abierto o cerrado durante un año o más, abrir y cerrar varias veces a intervalos periódicos para asegurarse de que funciona apropiadamente.

- k. Contactores o interruptores de servicio pesado y tipo industrial.- Comprobar que no existan partes metálicas, flojas, faltantes, rotas o corroídas como pasadores, chavetas, resortes y otras partes de los mecanismos, además, las presiones de los contactos deben mantenerse dentro de los límites convenientes que indique el representante del Gobierno del Distrito Federal a través de la supervisión y además, se debe observar lo siguiente:

1. Si las terminales de contacto en las derivaciones están decoloradas, deben limpiarse y no se debe permitir que éstas tengan alambres rotos o corroídos.
2. Revisar que las conexiones de las bobinas extinguidoras de arco no estén decoloradas, que las vueltas del devanado no estén cruzadas o que tengan piezas sueltas.
3. En los aisladores, se deben eliminar las huellas de carbonización mediante raspado de superficie y se debe cubrir con barniz aislante.
4. Cuando se termine la reparación de alguna parte eléctrica, se debe someter a una prueba de sobretensión, equivalente al doble de la tensión de trabajo.
5. La revisión a los contactos debe hacerse manteniendo bajo corriente a la bobina del contactor, estando éste bien cerrado (observando las precauciones de seguridad); el claro entre el contacto móvil y su punto tope (en posición sin corriente), no debe ser menor que 0,4 mm (1/64 pulgada) y se deben sustituir por contactos nuevos, cuando este límite haya sido alcanzado. Los contactos se deben renovar por pares, tanto móviles como los estacionarios.
6. No debe cambiarse la forma del contacto por medio de lima o esmeril.
7. La limpieza como parte del mantenimiento que debe hacerse a los contactos será como sigue:
 - 7.1. Cuando los contactos sean de cobre, la limpieza debe hacerse sólo si presenta oxidación.
 - 7.2. Si los contactos son de plata, sólo se deben limpiar para mantener su apariencia.
 - 7.3. Para los contactos de aleaciones finas de plata o contactos de aglomerados, no se deben aplicar servicios de mantenimiento.
 - 7.4. Cuando se trate de la sustitución de los contactos averiados por juegos nuevos, se deben abrir y cerrar los contactos unas veinte o treinta veces a intervalos aproximados de 10 segundos para el acondicionamiento de las superficies de los mismos.

- i. Arrancadores.- Debe hacerse mediante el establecimiento de un programa de inspecciones sistemáticas. Además de lo que indique la Residencia de Obra y la supervisión, debe observarse lo siguiente: Como parte del mantenimiento, siempre que una instalación, equipo o dispositivo eléctrico sea puesto en servicio, se debe revisar detenidamente todo el conjunto de la instalación y todas las conexiones del sistema de conductores.

- m. Centrales de mando.- Se deben mantener limpias y secas, evitando que un ambiente contaminado dé origen a formación de adherencias semi viscosas sobre las caras de los polos de la armadura, retardando así la desconexión o dando lugar a la formación de un tipo de adherencia por tensión superficial. Cuando la limpieza se realice por medio de aspiración o por “sopleteado” con aire comprimido, debe evitarse la aplicación de presiones demasiado altas ya que puede ocasionar la penetración de partículas pequeñas con aristas filosas entre algunos de los materiales aislantes. Se requiere un cuidado especial para retirar el polvo que se acumula en las partes imantadas. La suciedad, el aceite y la humedad, se deben eliminar por medio de frotamiento de las superficies afectadas con un paño y solventes apropiados.

E.12. Deben mantenerse en buenas condiciones las partes destinadas a cortar la formación de arcos y en posición correcta de operación.

E.13. Los filamentos finos de las derivaciones flexibles desgastados o quemados deben ser renovados inmediatamente.

E.14. Los amortiguadores de los interruptores deben mantenerse limpios y verificar que tengan la cantidad suficiente de aceite. Sólo se debe usar el aceite especificado, indicado por el proyecto o aprobado por el representante del Gobierno del Distrito Federal a través de la Residencia de Obra, o de la supervisión.

E.15. Se deben evitar en lo posible, las fugas a tierra en todos los circuitos.

E.16. Cuando se formen depósitos de agua dentro de los ductos por condensación u otras causas, mediante la aprobación de la supervisión, se deben drenar adecuadamente los tubos y se deben instalar nuevos conductores eléctricos.

- E.17. Cuando se presente remanencia magnética en cualquier equipo o aparatos, debe revisarse para determinar si falla la pantalla antimagnética y de ser así se debe reparar.
- E.18. Para los arrancadores manuales en los que se emplea un interruptor con palanca acodillada para conexión y desconexión no se requiere mantenimiento, exceptuando el control sobre el apriete de las conexiones y sobre la seguridad de que los elementos del relevador de sobrecarga estén igualmente apretados. Deben lubricarse si así lo indica el manual técnico del fabricante o la supervisión.
- E.19. En los arrancadores del tipo tambor sumergido se debe observar lo siguiente:
- a. Se deben revisar todas las conexiones.
 - b. El desgaste de los casquillos renovables de los contactos se deben sustituir cuando el desgaste alcance las dos terceras partes de su espesor o de acuerdo con las indicaciones de mantenimiento proporcionadas por la supervisión.
 - c. Todas las piezas deben estar limpias y moverse libremente.
- E.20. En los arrancadores directos electromagnéticos además de lo especificado por el proyecto o lo recomendado por la supervisión, el mantenimiento se debe hacer como sigue:
- a. No deben lubricarse los casquillos de los contactos ni las chumaceras.
 - b. Las superficies de cierre del magneto deben frotarse ocasionalmente con un paño humedecido en aceite (para transmisión o de tipo similar) para evitar la oxidación.
 - c. Se debe probar la sujeción de todas las conexiones, sobre todo aquellas que van hacia los elementos térmicos de protección contra sobrecargas, ya que una conexión floja puede producir sobrecalentamiento local que afectará la calibración del relevador.
 - d. Asegurarse de que las derivaciones no estén rotas, rozando entre sí o con otras partes.
 - e. Los contactos deben ajustarse en tal forma que todos hagan contacto al mismo tiempo.

- f. Si los contactos se vuelven demasiado ásperos o sufren quemaduras provocando salientes altas, deben limarse, no debe usarse lija esmeril de tela.
- g. La adherencia excesiva de las superficies interiores de las casillas guarda arco adyacente a los contactos deben eliminarse.
- h. Cuando se pruebe manualmente el botón de arranque, el de paradas y el relevador, el motor debe estar desconectado; efectuada la prueba, se puede conectar y arrancar nuevamente el motor. Los relevadores de carga deben probarse para determinar la efectividad del disparo de acuerdo con los valores reales de corriente.

E.21. Para el mantenimiento de los arrancadores a tensión reducida, se debe observar lo siguiente:

- a. Comprobar que todas las piezas móviles del mecanismo de relevo de baja tensión funcionan libremente.
- b. Cuando algunos de estos arrancadores estén dotados de un amortiguador de líquido que evita el disparo del dispositivo por sobrecargas momentáneas, se debe revisar dicho amortiguador, cerciorarse de que el pistón no se ha pegado en las paredes del cilindro y que el amortiguador esté lleno hasta el punto correcto del pistón con el líquido amortiguador del grado requerido. Si se emplea aceite debe ser del tipo refinado especial, con una curva plana de relación viscosidad-temperatura o el que indique el proyecto o la supervisión.
- c. Debe revisarse el dispositivo del relevador de sobrecarga, su graduación no debe ser mayor del 125 % de la corriente de plena carga del motor.
- d. Cuando los contactos de algunos arrancadores trabajen en baño de aceite y éste se ha decolorado o carbonizado, debe ser renovado dicho aceite previa limpieza del depósito.

E.22. Para el mantenimiento de arrancadores del tipo de resistencia, proceder de acuerdo a lo señalado en el inciso E.21.

E.23. Antes de poner en servicio un transformador dentro de una subestación eléctrica, se deben efectuar las revisiones siguientes:

- a. Rigidez dieléctrica del aceite (una lectura baja indica suciedad o humedad, se recomienda filtrarlo o cambiarlo).

- b. Resistencia de aislamiento.
- c. Secuencia de fases correcta (polaridad).

E.24. Mantenimiento del transformador.- En su caso, se requiere poco mantenimiento en virtud de ser equipo estático, sin embargo es conveniente revisar periódicamente cada cambio de turno algunas de sus partes, como son:

- a. Inspección ocular del estado externo para observar fugas de aceite.
- b. Revisión de boquillas que por lo general se flamean por sobretensión de origen externo o atmosférico.
- c. Rigidez dieléctrica del aceite.
- d. Revisión del funcionamiento de los indicadores.
- e. Revisión de los sistemas de protección y control que operen correctamente.

En una inspección visual a los transformadores las observaciones así como los valores de los indicadores deben mantenerse actualizadas para tener la seguridad de que se encuentran dentro de tolerancias indicadas por el fabricante, siendo de gran ayuda para la prevención de fallas.

- f. Debe revisarse que estén conectadas correctamente las derivaciones como mínimo cada tres meses.
- g. Relevadores de los sistemas de distribución. Se deben verificar como mínimo cada 6 meses.
- h. Equipos de protección sobre tensión. Se deben revisar las condiciones de proyecto, que éstas no fueron alteradas y que son las indicadas para dicha finalidad.

E.25. Conexiones y resistencia a tierra.- Como condición esencial para el funcionamiento de los apartarrayos y de los dispositivos de protección, la resistencia de la línea de conexión a tierra se debe mantener baja, la revisión debe hacerse como mínimo cada 6 meses.

E.26. Transformadores del tipo abierto. Se debe revisar cada tres meses lo siguiente:

- a. La “respiración”.- Debe asegurarse que la circulación del aire a través de los ventiladores se efectúe sin obstrucciones; si la unidad está dotada de ventiladores a base de cloruro de calcio, procurar que este producto no contenga humedad.
- b. Condición del aceite.- Es conveniente practicar pruebas dieléctricas de 25 kV o mayores si el valor ha descendido hasta 20 kV; o que en el aceite se observe presencia de humedad por lo que debe filtrarse, dicha inspección debe hacerse cada 6 meses.
- c. El sello de la tapa principal.- Debe revisarse cada 2 años para cerciorarse de que no exista fuga: Entre juntas, bujes rotos o “respiración” restringida.
- d. El núcleo debe inspeccionarse cada 2 años y se debe obtener una muestra del aceite para verificar que no existan residuos por carbonización ni humedad.
- e. En general, si el aceite contiene lodo o suciedad, se debe drenar, lavar y limpiar el tanque antes de llenarlo con aceite nuevo, verificando el buen estado de sus partes internas antes de armar la unidad.

E.27. Transformadores con aislamiento Askarel.- Se debe revisar cada 3 meses lo siguiente:

- a. El diafragma de alivio.- Debe revisarse si tiene rupturas y reemplazar cualquier pieza rota, probando el líquido Askarel de acuerdo a recomendaciones de proyecto o por indicación del representante del Gobierno del Distrito Federal a través de la Residencia de Obra o de la supervisión.
- b. Condiciones del líquido Askarel.- Si la prueba que se ejecuta arroja valores inferiores a 25 kV de la capacidad aislante, es preciso restablecer la resistencia dieléctrica del mismo a 30 kV o a un valor mayor.
- c. El tanque debe sujetarse a una prueba de presión por espacio de 12 horas a una presión interna de 0,34 MPa ($3,52 \text{ kg}_f/\text{cm}^2$) con aire seco o Nitrógeno, verificar también la hermeticidad de los diafragmas del tanque. Revisión que se debe realizar cada 5 años.
- d. En la tapa se debe revisar que no haya condensación de agua bajo la tapa principal del registro de hombre y bujes de soporte, inspección que se debe efectuar de 7 a 10 años.

- E.28. En los transformadores del tipo seco, se debe inspeccionar en cada cambio de turno el funcionamiento de los ventiladores.
- a. En el núcleo y bobinas, deben revisarse las superficies horizontales de los embobinados y conectores internos, si se aprecia acumulación de polvo, se debe desconectar el transformador de la línea, se debe aterrizar, retirando el polvo con aire seco con una presión de 0,34 MPa ($3,52 \text{ kg/cm}^2$), si existe corrosión en partes metálicas, se debe eliminar, operación que debe realizarse cada 3 meses.
 - b. Señal de alarma para alta temperatura.- Se debe accionar manualmente para asegurar su funcionamiento, en cada cambio de turno.
 - c. Lubricación de los abanicos.- Cada doce meses, deben lubricarse con aceite o grasa, recomendada por el fabricante del equipo.
- E.29. Los tableros que son alimentados por un transformador.- En las superficies de los contactos, se debe verificar que las superficies de las terminales de interconexión en el tablero se encuentren limpias, al ejecutarse cambios en los ajustes de relación, éstos tienen que operar repetidas veces a fin de asentar las piezas para formar un buen contacto, inspección que debe realizarse cada año o cuando se cambien las tomas de derivación al transformador.
- E.30. El conservador de aceite y el sello a prueba de gas se deben inspeccionar cada turno y además:
- a. Diagramas de vidrio para alivio de presión.- (En los transformadores con tanque de expansión), los diagramas que presenten rajaduras o se rompan deben reemplazarse inmediatamente.
 - b. Manómetro - Vacuómetro.- (En unidades selladas a base de gas-aceite o herméticas). Si la presión no varía con los cambios de temperatura, es señal que existen fugas a través del aceite, inspección que debe realizarse cada 6 ó 12 meses.
 - c. Líquido Askarel.- Si la prueba que se ejecuta arroja valores inferiores a 25 kV de la capacidad aislante, es necesario restablecer una resistencia dieléctrica del mismo a 30 kV o a un valor mayor.
 - d. Nivel del aceite en transformadores inactivos o de reserva.- Debe asegurarse que la contracción del aceite no alcance a vaciar el tanque de expansión y procurar que penetre aire al tanque principal, operación que debe realizarse cada 2 meses.

- e. Pruebas de presión.- Debe procederse como se indica en el subinciso E.28.d.
- f. Parte superior del núcleo.- Debe realizarse una inspección general cada 7 ó 10 años.
- g. Absorbedores de gas.- Debe procederse como se indica en el subinciso E.27.b.
- h. Contenido de Oxígeno.- Este elemento no debe rebasar una proporción mayor del 5 % en el Nitrógeno, inspección que debe ejecutarse cada mes.
- i. Circuito de alarma para presión mínima.- Debe revisarse la operación correcta del circuito de alarma del medidor de presión.

E.31. En los transformadores de inmersión en aceite enfriados por aire a presión, cada mes deben inspeccionarse los ventiladores para tener la seguridad de su funcionamiento, así mismo los dispositivos de control automático para motores incluyendo los fusibles y los interruptores de los circuitos que alimentan a los ventiladores.

E.32. Transformadores con enfriamiento por medio de agua.- Semanalmente se debe registrar la temperatura de entrada y salida de agua, que sirve para llevar un control futuro de la eficiencia del equipo de enfriamiento y además debe realizarse una inspección como mínimo cada 6 meses para evitar cualquier cambio de presión.

E.33. Para el mantenimiento correctivo en las instalaciones eléctricas en plantas, se debe proceder de acuerdo a las recomendaciones del fabricante de los equipos y dispositivos que conforman, con las recomendaciones de la supervisión y además, se debe considerar lo siguiente:

- a. Acometida, subterránea o aérea (responsabilidad de la compañía suministradora), que comprende:
 - 1. Ductos.
 - 2. Conductores.
 - 3. Cuchillas desconectoras.
 - 4. Sistemas de medición.

Cualquier falla observada que se presente debe ser reportada a la compañía suministradora para su corrección o restablecimiento del fluido eléctrico.

- b. Canalizaciones.- Cuando se formen depósitos de agua por filtración, condensación u otras causas en las tuberías que alojan conductores, éstos se deben drenar adecuadamente, eliminando la causa por la cual se acumula el agua dentro de éstos, instalándose nuevos conductores eléctricos.
- c. Apartarrayos y redes de tierra.- Se debe cambiar el cable dañado, limpiando su terminal.
- d. Equipo de control y distribución.- Los tableros o gabinetes, deben ser reemplazados en su totalidad con las características originales de diseño.
- e. Medidores de fluido eléctrico.- Si están dañados, debe darse aviso a la compañía suministradora para su reposición.
- f. Luces indicadoras de tableros o consolas de mando. Deben reemplazarse por luminarias nuevas de idénticas características.
- g. Barras conectoras de tableros.- Deben reemplazarse cuando éstas tengan otra coloración o estén sobrecalentándose continuamente.
- h. Transformadores para instrumentos y fusibles de potencia.- Cuando los circuitos estén cruzados o el núcleo de su bobina quemado, deben reemplazarse al igual que los fusibles de potencia, éstos no deben puentearse para evitar una sobretensión o quema del tablero general.
- i. Sistema de protección.- Cuando se presenten fallas en el sistema descrito, debe reemplazarse de acuerdo a las características de diseño que se requieren.
- j. Interruptores de cuchillas y fusibles de alta tensión. Deben cambiarse cuando su estado presente deterioro o esté fallando su mecanismo; así mismo, los fusibles siempre se deben cambiar por grupos.
- k. Los contactos de platino que sean accionados mediante bobinas deben reemplazarse cuando en su revisión periódica y limpieza sigan presentando fallas.
- l. Se deben reemplazar los contactos que se hayan quemado o erosionado excesivamente y aquellos que muestren picaduras, además las presiones de éstos, deben mantenerse dentro de los límites convenientes que indique el fabricante.

- m. Se debe observar el desgaste de los casquillos renovables de los contactos y sustituirlos cuando el desgaste alcance las dos terceras partes de su espesor o de acuerdo con las indicaciones de mantenimiento proporcionadas por el fabricante.
- n. Los filamentos finos de las derivaciones flexibles (conductores) desgastados o quemados deben ser reemplazados.
- o. Los aisladores de todo el sistema, que presenten rajaduras, estrellamiento o mal funcionamiento, deben reemplazarse.
- p. Los ductos, conductores eléctricos, cajas y accesorios, apagadores y tomas de fuerza deben reemplazarse de inmediato cuando éstas presenten deterioro o mal funcionamiento.

F. ALCANCES, UNIDADES DE MEDIDA, CRITERIOS PARA CUANTIFICAR Y BASE DE PAGO

F.01 () Diagnóstico de falla de una instalación eléctrica. El costo directo incluye: los señalamientos necesarios para delimitar el área de trabajo, la parte proporcional del costo de los andamios en caso de requerirlos, los materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra para el acarreo libre horizontal y/o vertical, la mano de obra especializada para efectuar la inspección en todo el sistema; acometida, cableado, canalizaciones, equipo de medición, cuchillas de prueba y de paso, apartarrayos, fusibles de potencia, interruptores de operación con carga, sección de acoplamiento, transformador, interruptor general de baja tensión, interruptores derivados baja tensión, sistemas de tierra, centros de control de motores, de carga (tableros sub generales), tomas de corriente, contactos y apagadores, pruebas; retiro del material sobrante, desperdicios, señalamientos y andamios, al sitio que determine la supervisión y la limpieza del área de trabajo; el equipo de seguridad de los trabajadores; la herramienta y el equipo necesarios para efectuar las inspecciones de manera correcta.

La unidad de medida es el lote.

Para efectos de cuantificar, se deben contar las unidades inspeccionadas (tableros, módulos, transformadores o accesorios que forman el lote), según líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se deben estimar una vez que se encuentren terminados los trabajos de inspección de las unidades, aprobados por la supervisión dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

() Inspección de falla en instalaciones eléctricas según características del equipo. \$/lote

F.02. () Limpieza y reparación de interruptor, general, cuchillas desconectoras y fusibles.- El costo directo incluye: los señalamientos necesarios para delimitar el área de trabajo, la parte proporcional del costo de los andamios en caso de requerirlos, los materiales de consumo menor puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra para el acarreo libre horizontal y/o vertical, la mano de obra especializada, para el aterrizado, puenteo, desconexión, señalamientos, desensamble, revisión, ajuste y lubricación según sea el caso con apego a indicaciones del fabricante del equipo, proyecto o la supervisión, ensamble y montaje, conexión y pruebas; retiro de señalizaciones indicadas en las normas de seguridad; retiro de los andamios y del material sobrante y desperdicios al sitio que determine la supervisión y la limpieza general del área; el equipo de seguridad de los trabajadores; la herramienta y el equipo necesarios para efectuar la revisión en forma correcta.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se deben contar las piezas limpias y reparadas, según líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se deben estimar las piezas limpiadas y/o reparadas, aprobados por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

() Limpieza y reparación de interruptores, cuchillas y fusibles de diferentes tipos y características. \$/pza.

F.03. () Limpieza general y/o pintura si se requiere de módulos o tableros de una subestación eléctrica.- El costo directo incluye: los señalamientos necesarios para la delimitación del área de trabajo, la parte proporcional del costo de los

andamios en caso de requerirlos, la pintura (si se requiere), solventes, lijas, piedra pómez y los materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra para el acarreo libre horizontal y/o vertical, la mano de obra especializada para aterrizar, puentear y desconectar el módulo, tablero o gabinete, para la limpieza con aire seco (libre de humedad), retirando la acumulación de polvo y suciedad, revisión y ajuste de componentes, ajuste de puertas, verificación de señalizaciones o repintado de las mismas, preparación para la aplicación de pintura según sea el caso, pruebas de funcionamiento; retiro de los señalamientos, los andamios y del material sobrante y desperdicios al sitio que determine la supervisión y la limpieza general; el equipo de seguridad de los trabajadores; la herramienta y el equipo necesario para el desarrollo y ejecución del trabajo en forma correcta.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se deben contar los tableros, módulos o gabinetes limpios y/o pintados, según líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se deben estimar una vez que se encuentren terminados los trabajos de limpieza y/o aplicación de pintura en tableros, módulos o gabinetes, aprobados por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

- () Servicio general de limpieza a tablero, módulo o gabinete según características. \$/pza.
- () Pintura general exterior a módulos, incluyendo letreros o identificación de los mismos, según características y tipo. \$/pza.

F.04. () Reparación de transformador.- El costo directo incluye: los señalamientos necesarios para la delimitación del área de trabajo, la parte proporcional del costo de los andamios en caso de requerirlos, los materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra para el acarreo libre horizontal y/o vertical, la mano de obra especializada para el aterrizado, desconexión y desenergizado del mismo, la limpieza, revisión de sellos, indicadores de aislamiento, rigidez dieléctrica de sellos, rigidez dieléctrica del aceite, filtros (si se requieren) y la puesta en operación con las pruebas que el fabricante, proyecto o la supervisión especifiquen, retiro de los señalamientos, de los andamios y del material sobrante y desperdicios al sitio que determine la supervisión, así como la limpieza general del área de trabajo; el equipo de seguridad de los trabajadores; la herramienta y el equipo necesarios para el desarrollo y ejecución del trabajo en forma correcta.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se deben contar las piezas reparadas, instaladas y probadas, según líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se debe estimar el número de transformadores una vez que se encuentren terminados los trabajos de reparación, instalación y prueba de piezas del transformador, aprobados por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

() Reparación y mantenimiento de transformador de potencia y/o corriente. \$/pza.

- F.05. () Revisión y limpieza de tablero de alumbrado y fuerza.- El costo directo incluye: la señalización para delimitar el área de trabajo, la parte proporcional del costo de los andamios en caso de requerirlos, los materiales de consumo menor; puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra para el acarreo libre horizontal y/o vertical, la mano de obra especializada para la desconexión, sopleteado con aire seco libre de humedad, revisión y ajuste de componentes, conexión y pruebas con carga especificada por el fabricante, el proyecto o la supervisión, retiro de los señalamiento, los andamios, el material sobrante y los desperdicios al sitio que determine la supervisión y la limpieza del área de trabajo; el equipo de seguridad de los trabajadores; la herramienta y el equipo necesarios para la ejecución correcta del trabajo.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se deben contar los tableros revisados y limpiados, según líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se deben estimar una vez que se encuentren terminados los trabajos de revisión y limpieza de los tableros, aprobados por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

() Limpieza de tablero de alumbrado y/o fuerza. \$/pza.

F.06. () Reposición de interruptor y/o arrancador.- El costo directo incluye: la señalización para delimitar el área de trabajo, el suministro del interruptor y/o arrancador de especificaciones y características descritas, la parte proporcional del costo de los andamios en caso de requerirlos, los materiales de consumo menor puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra para el acarreo libre horizontal y/o vertical, la mano de obra especializada para el puenteo, aterrizaje, desconexión y desmontaje de pieza dañada, montaje, desconexión y fijación en su lugar, conexiones y pruebas especificadas por el fabricante, proyecto o la supervisión, aislamiento y restablecimiento del servicio eléctrico; retiro de las señalizaciones, del material sobrante, los andamios y los desperdicios al sitio que determine la supervisión y la limpieza general del área; el equipo de seguridad de los trabajadores; el equipo y la herramienta necesarios para la ejecución correcta del trabajo.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se deben contar las piezas cambiadas, colocadas y probadas, según líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se deben estimar una vez que se encuentren terminados los trabajos de cambio, colocación y prueba de piezas de interruptor y/o arrancador, aprobados por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

() Reposición de interruptor y/o arrancador marca y tipo según proyecto \$/pza.

F.07. () Reposición de módulo, gabinete, tablero de fuerza o alumbrado.- El costo directo incluye: la señalización para delimitar el área de trabajo, el suministro de módulo, gabinete o tablero de especificaciones y características requeridas, la parte proporcional del costo de los andamios en caso de requerirlos, los materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra para el acarreo libre horizontal y/o vertical, la mano de obra especializada para la colocación de señalizaciones, el aterrizaje, la desconexión, desensamble, desmontaje de la pieza dañada, el montaje, fijación, conexión y ensamble, las pruebas especificadas de funcionamiento, el restablecimiento de la energía eléctrica, el retiro de señalizaciones, los materiales dañados, los andamios, desperdicios y material sobrante hasta el área determinada por la supervisión y la limpieza general, verificando además que la pieza instalada tenga las identificaciones especificadas; el equipo de seguridad de los trabajadores; la herramienta y el equipo necesarios para las pruebas de resistencia, conductividad e intensidad de corriente.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se deben contar las piezas repuestas y probadas en el sitio de los trabajos, según líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se deben estimar una vez que se encuentren terminados los trabajos de cambio y prueba de piezas de gabinete, tablero de fuerza o alumbrado, aprobados por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

() Reposición de módulo, gabinete, tablero de fuerza o alumbrado de marca y tipo indicados. \$/pza.

F.08. () Reposición de fusibles de potencia, cuchillas desconectadoras y luminarias incandescente o fluorescente con accesorios.- El costo directo incluye: la señalización necesaria para delimitar el área de trabajo, la parte proporcional del costo de los andamios en caso de requerirlos, el suministro de fusibles, cuchillas o luminarias en cualquier lugar del sistema, los materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra para el acarreo libre horizontal y/o vertical, la mano de obra especializada para la desconexión, puenteo y/o aterrizado desensamble y retiro de pieza dañada, colocación, ajuste, conexión y pruebas del equipo, retiro de la señalización, andamios, material sobrante y desperdicios al sitio que determine la supervisión y la limpieza general del área; el equipo de seguridad de los trabajadores; la herramienta y el equipo necesarios para la ejecución correcta del trabajo.

La unidad de medida es la pieza, cuando se trate de reposición de fusible de potencia o de luminaria incandescente o fluorescente; y juego cuando se trate de reposición de cuchillas desconectadoras.

Para efectos de cuantificar, se deben contar las piezas o juegos cambiados, colocados y probados en el sitio de los trabajos, dentro de las líneas de proyecto.

Para efectos de pago, se deben estimar una vez que se encuentren terminados los trabajos de cambio colocación y pruebas de piezas de fusibles de potencia, cuchillas desconectadoras y luminarias incandescente o fluorescente con accesorios, aprobados por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

- () Reposición de fusible de potencia de especificaciones y características descritas \$/pza.
- () Reposición de cuchillas desconectoras de especificaciones y características descritas \$/jgo.
- () Reposición de luminaria incandescente o fluorescente de especificaciones y características descritas. \$/pza.

F.09. () Reposición de barra conectora, colectora y de tierra.- El costo directo incluye: la señalización para delimitar el área de trabajo, la parte proporcional del costo de los andamios en caso de requerirlos, el suministro de las barras de características y especificaciones indicadas y los materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra para el acarreo libre horizontal y/o vertical, la mano de obra especializada para el puenteo, aterrizaje, desconexión y desmontaje, montaje, conexión y pruebas, aislamiento y restablecimiento del servicio eléctrico; retiro de los señalamientos, los andamios, el material sobrante y los desperdicios al sitio que determine la supervisión y la limpieza general del área; el equipo de seguridad de los trabajadores; el equipo y la herramienta necesarios para la ejecución correcta del trabajo.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se deben contar las piezas cambiadas, colocadas y probadas en el sitio de los trabajos, según líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se deben estimar una vez que se encuentren terminados los trabajos de cambio colocación y pruebas de piezas de barras conectoras, colectoras y de tierra, aprobados por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

- () Reposición de barras conectoras, colectoras o de tierra, según especificaciones. \$/pza.

F.10. () Reposición de transformador de potencia o corriente. El costo directo incluye: los señalamientos necesarios para delimitar el área de trabajo, la parte

proporcional del costo de los andamios en caso de requerirlos, el suministro de los materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra para el acarreo libre horizontal y/o vertical, la mano de obra especializada para el aterrizado, desenergizado, desconexión, retiro de su base, la colocación, fijación, conexión y pruebas indicadas por el fabricante, el proyecto o la supervisión, restablecimiento de la energía eléctrica, retiro de materiales sobrantes, los señalamientos, los andamios y los desperdicios al sitio que determine la supervisión y la limpieza; el equipo de seguridad de los trabajadores; la herramienta, el equipo y la maquinaria necesarios para la ejecución correcta de los trabajos.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se deben contar las piezas cambiadas, colocadas y probadas en el sitio de los trabajos, según líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se deben estimar una vez que se encuentren terminados los trabajos de cambio colocación y pruebas de piezas de transformador de potencia o corriente, aprobados por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

() Reposición de transformador de potencia o corriente según características y especificaciones descritas. \$/pza.

F.11. () Reposición de cable o alambre conductor eléctrico.- El costo directo incluye: los señalamientos para delimitar el área de trabajo, la parte proporcional del costo de los andamios en caso de requerirlos, el suministro del cable o alambre conductor de características y tipo especificado y los materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra para el acarreo libre horizontal y/o vertical, la mano de obra especializada para el puenteo, aterrizaje, señalamientos, desconexión, retiro del cable o alambre conductor, introducción de los conductores, cortes, desperdicio, uniones, conexiones, aislamiento y pruebas; retiro de los señalamientos, de los andamios, del material sobrante y desperdicios al sitio que determine la supervisión y la limpieza general del área y restablecimiento de la corriente eléctrica; el equipo de seguridad de los trabajadores; la herramienta, el equipo (carrete, soporte y malacate) y los aparatos de medición y pruebas de aislamiento, continuidad e intensidad de las líneas necesarios para la ejecución correcta de los trabajos.

La unidad de medida es el metro, con dos decimales de aproximación.

Para efectos de cuantificar, se deben medir las longitudes de cable y/o alambre conductor eléctrico suministrados e instalados en el sitio de los trabajos, según líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se deben estimar una vez que se encuentren terminados los trabajos de reposición de cables y/o alambres conductores eléctricos, aprobados por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

() Reposición de cable y/o alambre conductor eléctrico del tipo y especificaciones descritas en proyecto. \$/m

F.12. () Reposición de tubo conduit.- El costo directo incluye: la señalización para delimitar el área de trabajo, la parte proporcional del costo de los andamios en caso de requerirlos, el suministro de tubo conduit de cualquier medida y tipo especificado en proyecto, los materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra para el acarreo libre horizontal y/o vertical, la mano de obra especializada para la desconexión, retiro del conductor, colocación, fijación, conexión y ensamble con accesorios, aislamiento y pruebas; retiro de los señalamientos, andamios, material sobrante y desperdicios al sitio que determine la supervisión y la limpieza general del área; el equipo de seguridad de los trabajadores; el equipo y la herramienta necesarios para la ejecución correcta del trabajo.

La unidad de medida es el metro, con aproximación de dos decimales.

Para efectos de cuantificar, se debe medir la longitud de tubería conduit suministrada e instalada, según líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se deben estimar una vez que se encuentren terminados los trabajos de reposición de tubería conduit, aprobados por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

() Reposición de tubo conduit del tipo, diámetros y características señaladas en proyecto. \$/m

F.13. () Reposición de cajas y/o accesorios del tipo y serie especificada.- El costo directo incluye: los señalamientos para delimitar el área de trabajo, la parte proporcional del costo de los andamios en caso de requerirlos, el suministro, de

cajas y accesorios del tipo y serie señalado, los materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra para el acarreo libre horizontal y/o vertical, la mano de obra especializada para la desconexión, desensamble y retiro de cajas o accesorios dañados, colocación, sujeción, conexión del accesorio y tubo, fijación y restablecimiento de la corriente eléctrica; retiro de los señalamientos, andamios, material sobrante y desperdicios al sitio que determine la supervisión y la limpieza general del área; el equipo de seguridad de los trabajadores; el equipo y la herramienta necesarios para la ejecución correcta del trabajo.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se deben contar las cajas y accesorios cambiados en el sitio de los trabajos, según líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se deben estimar una vez que se encuentren terminados los trabajos de reposición de cajas y accesorios, aprobados por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

() Reposición de caja tipo y serie especificado y/o accesorios descritos en proyecto. \$/pza.

- F.14. () Reposición de apagador, contacto o toma de corriente.- El costo directo incluye: la señalización para delimitar el área de trabajo, el suministro del apagador, contacto o toma de fuerza de especificaciones y características descritas en proyecto, los materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra especializada para la desconexión, desensamble y retiro, el montaje conexión, sujeción y pruebas; retiro del material sobrante, señalización y desperdicios al sitio que determine la supervisión y la limpieza general del área; el equipo de seguridad de los trabajadores; la herramienta y equipo necesarios para la ejecución correcta del trabajo.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se deben contar las piezas cambiadas, colocadas y probadas, según líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se deben estimar una vez que se encuentren terminados los trabajos de reposición de apagador, contacto o toma de corriente, aprobados por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

- () Reposición de apagador, contacto y toma de fuerza según especificaciones descritas en proyecto. \$/pza.

LIBRO	8	CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE OBRAS Y EQUIPOS
PARTE	02	OBRA ELECTROMECAÁNICA
SECCIÓN	01	ELÉCTRICA
CAPÍTULO	005	SISTEMA DE PARARRAYOS Y TIERRAS

A. DEFINICIONES, CLASIFICACIÓN Y OBJETO

A.01. Actividades planeadas y ejecutadas por personal técnico calificado para mantener en condiciones de operación y servicio el sistema de pararrayos y tierras. Para el presente capítulo se tienen las definiciones siguientes:

- a. Sistema de pararrayos.- Conjunto de conductores, puntas de protección y electrodos de conexión a tierra que sirven para drenar las corrientes eléctricas en un inmueble debidas a descargas atmosféricas, de tal forma que sean conducidas a tierra en forma segura para que no originen daños en su recorrido.
- b. Sistema de tierras.- Es una red superficial o subterránea que proporciona un aterrizaje en un sistema eléctrico y está formado por: una malla de conductores de puesta a tierra, la tierra natural que rodea a la red de tierra y electrodos de tierra.

A.02. De acuerdo con sus características de funcionamiento el sistema de pararrayos se clasifica en:

- a. Pararrayos de Franklin.
- b. Variaciones del pararrayos de Franklin, tales como: pararrayos magnetizado, reactivo, toroide, etc.
- c. Pararrayos tipo jaula de Faraday.

A.03. De acuerdo con su configuración y características de funcionamiento el sistema de tierras se clasifican en:

- a. Electrodo sencillos enterrados.
- b. Conductores enterrados formando una parrilla con electrodos enterrados y conductores de puesta a tierra derivados de la parrilla.

- c. Red o malla de conductores enterrados, electrodos de tierra, y conductores de puesta a tierra.

A.04. Por sus características, el mantenimiento se clasifica en:

- a. Mantenimiento preventivo: Conjunto de actividades y trabajos que se ejecutan para mantener en buen estado el sistema de tierras o al sistema de pararrayos con el fin de garantizar la seguridad del personal y la continuidad del servicio eléctrico y transmitir en forma segura las descargas atmosféricas a tierra, sin daño a los inmuebles.
- b. Mantenimiento correctivo.- Conjunto de actividades y trabajos que se ejecutan para reparar un sistema de tierras y/o pararrayos y devolverle sus características originales de diseño y garantizar la seguridad del personal que trabaja en las instalaciones aterrizadas, la continuidad del servicio y el drenado de descargas atmosféricas a tierra en forma inofensiva.

A.05. El objeto del presente capítulo es el de establecer los requisitos mínimos de seguridad en las instalaciones a cargo de la Administración Pública del Distrito Federal, mediante la ejecución de los trabajos establecidos en un catálogo de conceptos o en los términos de referencia para mantener estos sistemas en condiciones de operación seguras y confiables.

B. REFERENCIAS EN OTRAS NORMAS, DE CONCEPTOS RELACIONADOS

B.01. El presente capítulo tiene relación con la normatividad siguiente:

CONCEPTOS	CAPÍTULO DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Sistema de pararrayos y tierra	2.03.09.004	G.D.F.
Instalación de conductores eléctricos	3.01.02.029	G.D.F.
Instalación de sistema de tierra y pararrayos	3.01.02.032	G.D.F.
Generalidades	8.02.01.001	G.D.F.
Instalaciones eléctricas en edificios	8.02.01.003	G.D.F.
Instalaciones eléctricas en plantas		

CONCEPTOS	CAPÍTULO DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
industriales	8.02.01.004	G.D.F.
Puesta en tierra	NOM-EM-001-SEMP SECC.206	SECOFI
Sistema de tierra	NOM-EM-001 SEMP SECC.603	SECOFI
Lightining Protection Code		NFPA
Standard of Practice		Lightining Protection Institute
Instaling Code Rules and Detailed Instructions		Thomson
IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding		ANSI

C. MATERIALES CONSTITUTIVOS DEL CONCEPTO.

C.01. Los materiales para el mantenimiento de los sistemas de tierra y pararrayos deben cumplir con lo especificado en el proyecto en cada caso, en las normas oficiales mexicanas NOM, en las normas mexicanas NMX y/o lo que en el caso particular se requiera para cumplir con los requisitos de calidad establecidos por la Residencia de Obra a través de la supervisión.

De no estar precisados en el proyecto u orden respectiva, se debe atender lo establecido en las especificaciones del área correspondiente y de no tenerse previsto en éstas, se debe atender lo establecido en el Libro 4 sobre calidad de materiales de las Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal, tomando como referencia los capítulos anotados enunciativa y no limitativamente en la cláusula B de Referencias de este capítulo.

En su aplicación, debe tomarse en cuenta que lo previsto en las especificaciones del proyecto tienen prioridad sobre las especificaciones generales y éstas a su vez prevalecen sobre las normas citadas.

C.02. Además se mencionan las características y especificaciones que deben tener los materiales que a continuación se mencionan:

a. En sistemas de pararrayos:

1. Conductores.- Los conductores deben ser desnudos, formados por varios hilos de cobre suave o aluminio dispuestos en pares y trenzados entre sí, con alta conductividad, gran cantidad de aire en el espacio interno, gran flexibilidad y se clasifican en:

Clase I: Para alturas no mayores que 23 m

Clase II: Para alturas mayores que 23 m

Clase III: Exclusivamente de cobre, y para usarse en chimeneas y otras construcciones donde puedan existir gases o emanaciones corrosivas.

2. Conectores.- Los conectores deben ser de tipo mecánico

3. Electrodo.- Los electrodos deben ser de los siguientes tipos:

3.1. Varilla de cobre-acero de 3,05 m de longitud y 16 mm de diámetro.

3.2. Rehilete de cobre.

b. En sistemas de tierras:

1. Conductores.- Los conductores deben ser de cobre desnudo duro, semiduro, o suave, con alta conductibilidad, ductilidad, resistencia a la tracción y a la corrosión.

2. Conectores.- Los conectores deben ser soldables.

3. Electrodo.- Los electrodos deben ser los mismos que se indican en el subinciso anterior.

E. REQUISITOS DE EJECUCIÓN

E.01. Mantenimiento preventivo:

a. En un sistema de pararrayos:

1. Todas las terminales aéreas: deben revisarse y ninguna debe estar suelta, rota o de alguna forma dañada o que se haya desconectado del

cable, para esto debe hacerse un recorrido exhaustivo por toda la red de pararrayos, moviendo fuertemente con la mano todas las puntas del sistema de pararrayos.

2. Debe cerciorarse que todas las conexiones a cuerpos metálicos estén apretadas.
3. Revisar en forma exhaustiva todas las conexiones a cuerpos metálicos, de tal forma que todas estén firmes, para evitar una descarga lateral, la cual pueda provocar un incendio.
4. Conectores.- Los conectores de la red de pararrayos deben estar fuertemente apretados y no debe haber discontinuidad.

Revisar, que todos los conectores estén firmemente enlazados, para garantizar la continuidad eléctrica.

5. Abrazaderas para cable.- Verificar que todas las abrazaderas o medios de sujeción estén firmemente sujetas y espaciadas a no más de 90 cm.

Revisar si hay movimiento en la abrazadera al moverla fuertemente con la mano o con unas pinzas.

6. Tierras.- Que los conductores de bajada no estén dañados y estén aún firmemente conectados, si hay cualquier evidencia de daño mecánico del sistema, la zona en conflicto debe revisarse cuidadosamente.

6.1. Para esto es conveniente medir la continuidad mediante un aparato, ya que por ser en algunos casos instalaciones ocultas, no se puede apreciar a simple vista si están dañadas las bajadas.

6.2. Debe medirse la resistencia a tierra de cada uno de los electrodos para garantizar que esta tiene un valor menor a 10 Ohm, en caso de que sea mayor debe hacerse un tratamiento adecuado para bajar este valor. Para la medición de la resistencia a tierra del electrodo el método más adecuado es el de caída de potencia.

El medidor de resistencia de conexión a tierra debe reunir las siguientes características:

6.2.1.-Una fuente de tensión.

6.2.2.-Un circuito para eliminar las corrientes de tipo electrolítico y las corrientes de interferencia.

6.2.3.-Un circuito de medición.

6.3.- Como se indica en la Figura 1 el electrodo de potencia se desplaza en forma regular a lo largo de la línea que forman el electrodo bajo prueba y el electrodo de corriente. Para cada punto se debe determinar el valor de la tensión V y la corriente conocida, obteniéndose el valor de la resistencia de la conexión a tierra. Para este método, con el fin de limitar errores, es recomendable efectuar varias mediciones mediante el siguiente procedimiento:

6.3.1. Seleccionar dos o tres direcciones para efectuar mediciones.

6.3.2. Instalar el electrodo auxiliar de corriente y su cable asociado en una de dichas direcciones, a una distancia igual al lado mayor del rectángulo que circunscribe al electrodo de conexión a tierra, o bien igual a dos veces su longitud, para el caso de electrodos verticales.

6.3.3. Instalar el electrodo de potencia y su cable asociado en la otra dirección, la cual es recomendable que forme un ángulo entre 90 y 180 grados con respecto a la dirección del electrodo de corriente. La distancia inicial recomendable entre el electrodo de potencial y el electrodo bajo prueba es del orden de la mitad de la distancia del electrodo auxiliar de corriente.

6.3.4. Se debe realizar una primera medición de la resistencia de conexión a tierra.

6.3.5. Desplazar el electrodo de potencia a intervalos de 3 a 5 m conservando la dirección original, continuar las mediciones hasta que el valor en tres puntos sucesivos sea razonablemente igual (diferencia dentro del 2 al 5%) conservando el electrodo de potencia en el último punto de medición, desplazar el electrodo de corriente al doble de la distancia del punto 2.

6.3.6 Repetir el proceso de medición indicado en 6.3.3., 6.3.4 y 6.3.5.

6.3.7. Si el proceso de medición indicado anteriormente en 6.2.6. arroja un resultado similar o ligeramente menor que el

anterior, entonces se tiene el valor de la resistencia de conexión a tierra.

7. Modificaciones al sistema.- Cualquier cuerpo metálico nuevo en el edificio debe conectarse al sistema de pararrayos. Cualquier adición a la estructura del edificio que quede fuera de la zona de protección del sistema de pararrayos debe preverse su sistema de pararrayos e interconectarse con el actual. Para esta interconexión deben seguirse los lineamientos siguientes:
 - 7.1. Ubicación de las puntas.- Se deben localizar en los sitios en los cuales se forman concentraciones de carga en una tormenta eléctrica, los cuales son función de la forma o tipo de techos.
 - 7.1.1. En techos planos o con poca inclinación (menor a 14°) se localizan a 60 cm del límite del contorno protegido a una separación máxima de 15 m.
 - 7.1.2. En techos inclinados (con pendiente mayor a 15°), se localizan en las partes altas a una separación máxima de 6 m.
 - 7.2. Altura de las puntas.- La punta debe sobresalir como mínimo 25 cm del contorno que protege y como máximo 90 cm; las puntas con longitud entre 60 y 90 cm, deben reforzarse con un tripié de varilla galvanizada (ver Figura 2).
 - 7.3. Conductores horizontales.- Deben conectarse todas las puntas formando una red cerrada, cada punta debe tener por lo menos dos trayectorias a tierra en donde no existan curvas ascendentes. Los cambios de dirección se deben dar con radios de curvatura mayores que 20 cm. En techos planos se deben formar redes en cuadrícula de 15x45 m como máximo. Se debe fijar firmemente al muro o a la losa a cada 90 cm como máximo.
 - 7.4. Conductores verticales.- Si son dos se deben localizar diagonalmente opuestos. Si son más de dos a una distribución máxima de 30 m.
8. Conexiones a tierra.- La ubicación debe ser donde se logre una dispersión de la descarga en el terreno, preferentemente fuera de la cimentación (ver Figura 3).
 - 8.1. Medios de conexión a tierra.- Elementos formados por:

- 8.1.1. Varillas con longitud mínima de 3,00 m.
 - 8.1.2. Rehiletos con profundidad de 1,50 a 2,00 m.
 - 8.1.3. Cable enterrado a una profundidad de 60 cm y una longitud de 3,60 m como mínimo.
- 8.2. Valor de la resistencia.- Está en función del tipo de terreno y del trabajo de conexión usada.
- 8.3. Pruebas.- Deben probarse una vez que se haya terminado la instalación y cuando menos cada año.

La resistencia del electrodo debe medirse con el sistema desconectado, por lo que deben colocarse desconectores adecuados. El valor de la resistencia debe ser como mínimo de 10 Ohm.

9. Conexiones adicionales.

- 9.1. Para cuerpos metálicos que puedan recibir una descarga (chimeneas, respiraderos, ductos, etc.).
- 9.2. Para cuerpos metálicos, en los que debido a su cercanía con el sistema (máxima 1,80 m) en ellos pueda inducirse una descarga que origine una descarga lateral.
- 9.3. Tierra común: De sistemas que estén conectados a tierra (eléctrico, telefónico, agua, gas, etc.).

10. Sistemas de instalación.

- 10.1. Aparente (preferible).
- 10.2. Oculto (en ductos no metálicos)

E.02. Mantenimiento correctivo

a. En sistemas de tierras:

- 1. Puesta a tierra.- Revisar que las conexiones para puesta a tierra de los equipos estén aún firmes, para esto debe revisarse cuidadosamente cada una de las conexiones de puesta a tierra, limpiarlas de toda suciedad, para tener un buen contacto eléctrico.

2. Electrodo de tierra.- Tratamiento del suelo mediante humedad y sales, para bajar la resistencia de cada electrodo, para esto se debe agregar en el registro del electrodo sulfato de sodio o de magnesio.

Medición de la resistencia a tierra, mediante el método descrito anteriormente.

3. Diseño de una nueva red.- Para esto en caso de que la red sea insuficiente y peligrosa, debe localizarse una nueva red que refuerce a la existente, de tal forma que las tensiones de paso, contactos y transferencias sean adecuados.
4. Medición de la resistencia a tierra.- Ya que se han mejorado de alguna forma la red de tierra, debe medirse su nueva resistencia mediante el método descrito anteriormente, considerando que para la medición de la resistencia a tierra de la red, deben separarse los electrodos de prueba a una distancia comparable a las dimensiones de la red, para que el método sea válido.
5. Cuando el cable esté deteriorado (sulfatado o corroído) o trozado, se debe reparar, cortando el tramo dañado y haciendo la junta con un cable de las mismas características que el original, sí hay más de dos uniones en un tramo o se va a sustituir más de la cuarta parte del tramo, ésta se debe sustituir en su totalidad.

b. En sistemas de pararrayos.

1. Terminales aéreas.- Reposición de terminales rotas o dañadas, para lo cual se quita de su base y sustituye por la nueva revisando que la base quede firme.
2. Conexiones a cuerpos metálicos.- Reponer el conector de contacto al cuerpo metálico dañado, para garantizar la condición original de instalación y evitar descargas laterales.
3. Conectores.- Reposición de los conectores de la red de pararrayos que estén dañados, restituyendo la condición original de instalación (ver Figura 4).
4. Abrazaderas para cable.- Cambiar las abrazaderas flojas o dañadas, quedando firmemente sujetas y espaciadas a no más de 90 cm (ver Figura 5).
5. Tierras.- Cambiar el cable de bajada que esté dañado. Debe medirse la resistencia a tierra de cada uno de los conectores para garantizar que

esta tiene un valor menor que 10 Ohm, en caso de que sea mayor se debe hacer un tratamiento adecuado para bajar este valor, agregando sulfato de sodio o magnesio en el registro del electrodo de tierras.

F. ALCANCES, UNIDADES DE MEDIDA, CRITERIOS PARA CUANTIFICAR Y BASE DE PAGO

F.01. () Revisión y limpieza de los sistemas de tierra y pararrayos.- El costo directo incluye: los señalamientos necesarios para delimitar el área de trabajo, los materiales de consumo menor puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la parte proporcional del costo por el uso de andamios y escaleras; la mano de obra para el acarreo libre horizontal y/o vertical, la mano de obra especializada para la revisión y limpieza, retiro de los señalamientos, el material sobrante, escaleras, andamios y desperdicios al sitio que determine la supervisión y la limpieza del área de trabajo; el equipo de seguridad de los trabajadores; el equipo y la herramienta necesarios para la ejecución correcta del trabajo.

La unidad de medida es la pieza, o el metro con dos decimales de aproximación según sea el caso.

Para efectos de cuantificar, se deben contar las piezas o medir la longitud de línea de tierra revisada, dentro de las líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se deben estimar una vez que se encuentren terminados los trabajos de revisión y limpieza de los sistemas de tierra y pararrayos, aprobados por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

() Revisión y limpieza de los sistemas de tierra y pararrayos

() Líneas de tierra o pararrayos, incluyendo conexiones y accesorios de fijación. \$/m

() Puntas de pararrayos, varillas y rehiletos de tierra, \$/pza. incluyendo accesorios de fijación.

F.02. () Reposición de accesorios y tramos de líneas.- El costo directo incluye: los señalamientos necesarios para delimitar el área de trabajo, la reposición de

piezas dañadas o faltantes, el tramo de cable dañado y los materiales de consumo menor, la parte proporcional del costo para el uso de andamios y escaleras, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra para el acarreo libre horizontal y/o vertical, la mano de obra especializada para la conexión y fijación de las piezas y reposición de la línea, retiro de los señalamientos, de las escaleras o andamios, material sobrante y desperdicios al sitio que determine la supervisión y la limpieza del área de trabajo; el equipo de seguridad de los trabajadores; el equipo y la herramienta necesarios para la ejecución correcta del trabajo.

La unidad de medida es el metro con dos decimales de aproximación o la pieza, según el caso.

Para efectos de cuantificar, se debe medir la longitud de cable de cobre o contar las piezas repuestas, dentro de las líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se deben estimar una vez que se encuentren terminados los trabajos de reposición de accesorios y tramos de líneas, aprobados por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

- () Reposición de accesorios y tramos de líneas
- () Cable de cobre desnudo trenzado calibres según \$/m proyecto.
- () Alambre de cobre desnudo calibres según proyecto. \$/m
- () Puntas y bases para juntas, conectores mecánicos y soldables tipo cadweld o similar, varillas de tierra diferentes tipos, calibres y largos. \$/pza.

LIBRO	8	CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE OBRAS Y EQUIPO
PARTE	02	OBRA ELECTROMECAÁNICA
SECCIÓN	01	ELÉCTRICA
CAPÍTULO	006	INSTALACIÓN TELEFÓNICA Y DE INTER-COMUNICACIÓN

A. DEFINICIONES, CLASIFICACIÓN Y OBJETO

A.01. Actividades planeadas y ejecutadas por personal técnico calificado para mantener en condiciones de operación y servicio la instalación telefónica y de intercomunicación.

A.02. La instalación son los conjuntos de sistemas eléctricos y electrónicos que establecen una comunicación rápida, clara, confiable y económica entre dos puntos geográficos distantes o cercanos. De manera general estos sistemas están compuestos por:

- a. Acometida de la red pública.
- b. Conmutadores.
- c. Fuentes de alimentación de energía eléctrica.
- d. Cableados de enlace y distribución.
- e. Ductos y registros de distribución.
- f. Sistemas de control y operadora.
- g. Estaciones terminales.
- h. Aparatos telefónicos.
- i. Equipos diversos.

A.03. De acuerdo con su función el equipo de comunicaciones se clasifica en las siguientes partes:

- a. Equipo telefónico.- Dispositivo mediante el cual se establece comunicación entre una gran cantidad de puntos alejados o cercanos geográficamente, a través de servicios de intercomunicación local, nacional e internacional.

De acuerdo con su función el equipo privado de telecomunicaciones se clasifica en lo siguiente:

1. Acometida.- Punto de enlace de la red pública y la red privada donde la compañía de servicio público telefónico remata las troncales. La acometida puede ser de dos tipos:

- 1.1. Analógica, (pares de cobre)
- 1.2. Digital, (fibra óptica, cable coaxial)
2. Red de cables.- Son todos aquellos conductores que salen del distribuidor del conmutador hasta cualquiera de las cajas terminales (puntos de distribución).
3. Red de troncales.- Está formada por las líneas telefónicas de servicio público que se conectan al conmutador; el enlace se hace de la acometida hacia el conmutador.
4. Red de extensiones.- Está formada por las líneas telefónicas privadas que van desde el distribuidor del conmutador hasta el aparato telefónico.
5. Distribuidor general.- Es el punto de cruce o conexión entre la acometida y el conmutador o del conmutador hacia las líneas telefónicas privadas.
6. Teléfono directo.- Aparato de comunicación que no pasa por un conmutador.
7. Extensión.- Teléfono unilínea o multilínea de comunicación interna perteneciente a la red privada.
8. Línea troncal.- Línea de conexión del conmutador hacia la red pública.
9. Operadora.- Persona que atiende las posiciones de señalización del conmutador.
10. Conmutador.- Es la central telefónica privada automática que tiene posibilidad de hacer enlaces telefónicos, hacia la red pública o de ésta hacia el interior; pueden ser:
 - 10.1. Electromecánicos.- Conmutadores que funcionan a través de abrir y cerrar contactos por medio de interruptores.
 - 10.2. Electrónicos.- Son aquellos que tienen un control central a base de memoria por programa almacenado y operación electrónica.
11. Teléfono.- Aparato terminal desde donde se realizan las comunicaciones.
12. Teléfono unilínea.- Aparato telefónico que sólo permite el descolgar y tener comunicación por una sola línea.

13. Teléfono multilínea.- Es el aparato telefónico que permite controlar de manera visual el estado libre de comunicación u ocupado de la red troncal o de intercomunicación interna.
- b. Intercomunicación.- Comunicación entre puntos geográficamente cercanos de extensión interna.
 1. Estación.- Aparato eléctrico o electrónico terminal de intercomunicación.
 2. Red interna.- Conjunto de conductores eléctricos que conectan a las estaciones de intercomunicaciones.
 3. Fuente de poder o eliminador de baterías.- Dispositivo eléctrico que sirve para la alimentación eléctrica y energizar el equipo de intercomunicación.
- c. Interfón.- Aparato que establece comunicación sólo entre 2 puntos y generalmente es de comunicación externa en un edificio; se compone de:
 1. Estación terminal.-Aparato que recibe la llamada y establece la comunicación con el frente de calle.
 2. Red de interfón.- La interconexión de un frente de calle y una estación terminal.
 3. Frente de calle.- Dispositivo externo al edificio que genera la llamada del interfón.

A.04. Los trabajos de mantenimiento se clasifican de acuerdo a lo siguiente:

- a. Mantenimiento preventivo.- Conjunto de acciones que se ejecutan por personal especializado y de acuerdo a un programa previamente establecido para obtener que las instalaciones telefónicas y de intercomunicación operen en óptimas condiciones y para anticiparse a posibles fallas que el uso o el deterioro natural pudieran causarles.
- b. Mantenimiento correctivo.- Conjunto de acciones que se ejecutan para restablecer el servicio o corregir cualquier falla en las instalaciones telefónicas y de intercomunicación.

A.05. El objeto del presente capítulo es el de establecer los requisitos mínimos de seguridad en las instalaciones a cargo de la Administración Pública del Distrito Federal, mediante la ejecución de los trabajos establecidos en un catálogo de conceptos o en los términos de referencia para mantener sistemas de telefonía y de intercomunicación en condiciones de operación confiable y seguras.

B. REFERENCIAS EN OTRAS NORMAS, DE CONCEPTOS RELACIONADOS.

B.01. El presente capítulo tiene relación con la normatividad siguiente:

CONCEPTOS	CAPÍTULO DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Conductores eléctricos telefónicos		Conductores Latincasa
Centrales telefónicas privadas	NOM-1-138-CT	SECOFI
Líneas privadas		Telmex
Red privada		Alcatel
Intercomunicación e interfonía		Intec de México
Instalación de tubos para canalización de conductores eléctricos	3.01.02.024	G.D.F.
Generalidades	8.02.01.001	G.D.F.

C. MATERIALES CONSTITUTIVOS DEL CONCEPTO.

C.01. Los materiales utilizados para el mantenimiento preventivo y/o correctivo de las instalaciones telefónicas y de intercomunicación, deben cumplir con lo especificado en el proyecto en cada caso o lo que en el caso particular se requiera, deben cumplir con los requisitos de calidad establecidos en el proyecto, en las normas oficiales mexicanas NOM, en las normas mexicanas NMX y lo que sea ordenado por la supervisión.

De no estar precisado en el proyecto u orden respectiva, se debe atender lo establecido en las especificaciones del área correspondiente y de no tenerse previsto en éstas, se debe atender lo establecido en el Libro 4 sobre calidad de materiales de las Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal, tomando como referencia los capítulos anotados enunciativa y no limitativamente en la cláusula B de Referencias de este capítulo.

En su aplicación, debe tomarse en cuenta que lo previsto en las especificaciones del proyecto tienen prioridad sobre las especificaciones correspondientes y éstas a su vez prevalecen sobre las normas citadas.

C.02. Además se establecen los siguientes requisitos para los materiales que a continuación se indican.

- a. Conductores eléctricos. De cable de cobre, bipolar telefónico, cordón marfil para uso interior tipo ICeEV de dos o tres conductores.
- b. Cordón doble paralelo para uso exterior (Drop Wire) cableado para intemperie.
- c. Cordón para distribuidor (Jumper).
- d. Cable telefónico tipo EKI para uso de interior edificios (varios pares).
- e. Roseta telefónica para 2,4 y 6 polos.
- f. Conector telefónico (plug) de aparato a roseta de 2,4 y 6 polos.
- g. Conector telefónico (plug) de auricular a aparato telefónico 4 polos.
- h. Grapa para cableado interior.

D. EQUIPOS Y SISTEMAS

D.01. En caso que sea necesario reparar o reponer totalmente un equipo (como conmutador o interfón), éste debe ser de características tales que sea compatible al sistema instalado en el inmueble.

D.02. Cuando el equipo, el sistema o parte de éste deba ser cambiado, éstos deben ser del tamaño y características que señale el proyecto o el representante del Gobierno del Distrito Federal a través de la Residencia de Obra, o de la supervisión.

E. REQUISITOS DE EJECUCIÓN

- E.01. Este inciso tiene por objeto el contemplar los programas rutinarios de mantenimiento preventivo y correctivo, mismos que permitan detectar en forma oportuna los problemas más frecuentes de fallas que se presentan cotidianamente en el uso de los sistemas telefónicos y de intercomunicación.
- E.02. Mantenimiento preventivo.- El cual permite establecer un programa de revisiones periódicas a todos los elementos del equipo de telecomunicaciones e intercomunicación y las redes de acuerdo a lo siguiente:
- a. Revisión de zonas de instalación.- Se debe realizar cuando menos dos veces al año, debiendo poner especial atención a las filtraciones de humedad y de haberlas se deben reportar al área de mantenimiento del edificio. Se deben revisar los anclajes y estructuras, acometidas, cajas de registro, conectores, ductos, rosetas y puntos de conexión, que no tengan juego o estén desprendidos; si éstos presentan juego, se deben reajustar para dejarlos fijos y si están desprendidos deben volverse a montar reforzando el anclaje.
 - b. Revisión de fuentes de alimentación.- Debe hacerse trimestralmente mediante pruebas de tensión en los bornes de alimentación y que estén dentro del rango permitido para cada equipo; en caso de notar variaciones fuera del rango, reportarlas con la compañía que proporciona el servicio de mantenimiento al conmutador instalado.
 - c. Revisión de tierra.- Debe hacerse cuando menos dos veces al año y consiste en la medición con Megger de la resistencia óhmica (3 Ohm máximo); en caso de encontrar variaciones en la medición, debe hacerse un reporte de este valor para corregirlo y medir nuevamente la resistencia después de la reparación del sistema de tierra.
 - d. Revisión de terminales de cableado.- Consiste en observar que los cables que rematan en las terminales (bloques de contactos en los registros) estén haciendo el contacto apropiado, que las terminales no se encuentren sulfatadas y que no haya cables desprendidos; todo lo anterior debe hacerse de manera visual y con el cuidado que requiere esta revisión.
 - e. Calidad de transformación.- Esta rutina debe hacerse cuando menos dos veces al año y consiste en establecer comunicaciones entre los diferentes aparatos telefónicos y de intercomunicación; ésta debe ser clara, sin ruidos y sin cruces con otras líneas; en caso de presentar ruido, deben revisarse las conexiones que se encuentran en el distribuidor y que éstas hagan un contacto firme. Si el ruido continúa, se debe probar el conmutador desconectando la red interna y probar para asegurar que es este el equipo que tiene el problema; de ser así, reportarlo a la compañía que proporciona el servicio de mantenimiento al conmutador.

- f. Revisión de aparatos telefónicos y de intercomunicación.- Debe hacerse cuando menos dos veces al año y consiste en revisar que los teclados o discos operen libremente, que los cables de conexión no estén flojos ni dañados y que no haya deterioros o roturas en los aparatos.

Los aparatos que se encuentren en mal estado deben ser enviados al proveedor para su reparación y/o reemplazarse por otros en buen estado. Se recomienda tener en almacén los aparatos de la misma marca para un reemplazo oportuno.

- g. Limpieza de aparatos telefónicos y de intercomunicación.- Se deben limpiar cuando menos una vez por mes, utilizando un trapo húmedo y otro seco para limpiar los microteléfonos, cables y cubiertas de teléfono, de acuerdo al manual del usuario, proporcionado por el proveedor.
- h. Tono de central pública.- Para el equipo de telecomunicaciones se debe tomar tono desde la posición de operadora diariamente; si alguno no toma tono debe reportarse a la compañía de servicio público. Esta revisión debe hacerse también con teléfonos directos.

E.03. Mantenimiento correctivo.- Debe efectuarse al momento de producirse interrupción en la comunicación, en cuanto se reporte el daño. Se deben llevar a cabo todas las reparaciones de tal manera que la afectación al servicio por concepto de mantenimiento correctivo sea mínima.

- a. Red interna y externa.- La sustitución parcial o total se debe hacer mediante la comprobación de falla en la comunicación, ya sea ocasionada por accidente, falta de aislamiento o corto circuito; el reemplazo se debe efectuar de inmediato en los tramos afectados para evitar interrupción en la comunicación, verificar si es necesario corregir conexiones en puntos de conexión del distribuidor o terminal.

Debe evitarse hacer empalmes, se debe cambiar el cable completamente; deben hacerse pruebas de aislamiento y de continuidad en cada ocasión que se reemplace un conductor.

- b. Interrupción total del funcionamiento del equipo telefónico (conmutador). - Si hay energía eléctrica en la toma de alimentación del equipo, contacto o interruptor y el equipo no funciona, se deben revisar los fusibles de éste; si alguno se encuentra dañado, reemplazarlo con un fusible nuevo de las mismas características de corriente y tensión para evitar daños al conmutador.

En el caso de que no se restablezca la comunicación por falta de energía u otro problema, se debe llamar a la empresa autorizada para el mantenimiento correctivo del equipo de acuerdo a la marca del mismo.

c. Falla en aparato telefónico o de intercomunicación.- Las fallas en estos equipos son:

1. Mecánica.- Ruptura de caja o cuerpo del aparato, el cual debe sustituirse por otro similar.
2. Desajuste en teclados o disco.- Cuando el aparato presente en su teclado o disco mayor juego del normal, corte en la comunicación, ruidos (después de descartar la red), o conexiones equivocadas; esto se debe a desajustes mecánicos en el disco o teclado y debe comprobarse sustituyendo el aparato de estación telefónica multilínea o teléfono directo; si la falla no se corrige, debe enviarse a reparación y ajuste con el distribuidor autorizado de acuerdo con la marca de los aparatos.
3. Fallas eléctricas.- Pueden manifestarse tanto en la transmisión como en la recepción de la comunicación o en ambas; si la recepción se escucha débil o con ruido, puede deberse a que la pastilla receptora esté perdiendo sus cualidades eléctricas debido al envejecimiento del equipo o mal uso del mismo; debe sustituirse la pastilla receptora por una nueva.
4. Falla en la transmisión.- Se percibe como el ruido semejante al que produce una sartén con aceite hirviendo, o se recibe la información pero no escuchan; debe sustituirse la pastilla transmisora por una similar en buenas condiciones.
5. Fallas por desconocimiento de uso del conmutador.- Es común que por el mal manejo de la operadora se retrasen las comunicaciones y se desaprovechen los recursos de comunicación del equipo, ya que éstos no son problemas de tipo material y para eliminarlos se debe dar capacitación del uso del conmutador a la operadora solicitando la asesoría del proveedor de acuerdo a la marca del equipo instalado.

F. ALCANCES, UNIDADES DE MEDIDA, CRITERIOS PARA CUANTIFICAR Y BASE DE PAGO.

F.01. () Póliza de servicio.- El costo directo incluye: Contrato con empresa especializada en mantenimiento de instalaciones telefónicas que tener una duración anual por mantenimiento limitado a la inspección visual de las

instalaciones, limpieza, pruebas eléctricas y de operación con el objeto de determinar el estado general del sistema de comunicación y corregir las fallas que se presenten en la instalación y reportar las correcciones en caso de fallas en el equipo.

La unidad de medida es el servicio

Para efectos de cuantificar, se deben tomar en cuenta los trabajos de acuerdo al contrato respectivo, dentro de las líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se deben estimar una vez que se encuentren terminados los trabajos aprobados por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

() Póliza de servicio. \$/servicio

- F.02. () Revisión de la zona de instalación.- El costo directo incluye: la señalización para delimitar el área de trabajo, la parte proporcional del costo de los andamios en caso de requerirse; la mano de obra especializada para realizar el reporte de: anclajes, estructuras, acometidas, cajas de distribución, ductos, tuberías, rosetas y puntos de conexión de la instalación telefónica o de intercomunicación; materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra para el acarreo libre horizontal y/o vertical; retiro del material sobrante, andamios, escaleras, la señalización y desperdicios al sitio que determine la supervisión y la limpieza del área de trabajo; el equipo de seguridad de los trabajadores; el equipo y la herramienta necesarios para la ejecución correcta del trabajo.

La unidad de medida es la hora, con dos decimales de aproximación.

Para efectos de cuantificar, se debe medir el tiempo empleado en el recorrido y revisión de la instalación, dentro de las líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se deben estimar una vez que se encuentren terminados los trabajos de recorrido y revisión de la instalación, aprobados por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

() Revisión de instalación. \$/hora

F.03. () Revisión de fuente de alimentación.- El costo directo incluye: la señalización para delimitar el área de trabajo, la parte proporcional de andamios o escaleras en caso de requerirse, los materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra para el acarreo libre horizontal y/o vertical, la mano de obra especializada para instalar el equipo de medición, revisión y en su caso corrección; retiro del material sobrante, señalización, andamios o escaleras y desperdicios al sitio que determine la supervisión y la limpieza del área de trabajo; el equipo de seguridad de los trabajadores; el equipo y la herramienta necesarios para la ejecución correcta del trabajo.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se deben contar las fuentes de alimentación revisadas, dentro de las líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se deben estimar una vez que se encuentren terminados los trabajos de revisión de las fuentes de alimentación aprobados por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

() Revisión de fuentes de alimentación. \$/pza.

F.04. () Revisión de tierra.- El costo directo incluye: la señalización para delimitar el área de trabajo, materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra especializada para probar electrodos y continuidad en conductores de tierra; retiro del material sobrante, señalización y desperdicios al sitio que determine la supervisión y la limpieza del área de trabajo; el equipo de seguridad de los trabajadores; el equipo de medición (Megger), y la herramienta necesarios para la ejecución correcta del trabajo.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se debe contar el número de electrodos probados y la red, dentro de las líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se deben estimar una vez que se encuentren terminados los trabajos de revisión y prueba de electrodos y la red aprobados por la

supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

() Revisión de electrodo y red. \$/pza.

- F.05. () Revisión de terminal de cableado.- El costo directo incluye: la señalización para delimitar el área de trabajo, materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra especializada para la revisión; retiro de material sobrante, desperdicios y la señalización, al sitio que determine la supervisión y la limpieza del área de trabajo, el equipo de seguridad de los trabajadores; el equipo y la herramienta necesarios para la ejecución correcta del trabajo.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se debe contar el número de terminales revisadas, dentro de las líneas de proyecto, aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se deben estimar una vez que se encuentren terminados los trabajos de revisión de terminales, aprobados por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

() Revisión de terminal de cableado. \$/pza

- F.06. () Revisión de calidad de transmisión.- El costo directo incluye: la señalización para delimitar el área de trabajo, materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra especializada para la revisión del conmutador, aparatos telefónicos y terminales; retiro del material sobrante, señalización y desperdicios al sitio que determine la supervisión; y la limpieza del área de trabajo el equipo de seguridad de los trabajadores; el equipo de prueba (microteléfono) y la herramienta necesarios para la ejecución correcta del trabajo.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se deben contar las revisiones de calidad efectuadas en conmutador, aparatos telefónicos y terminales (punto de prueba), dentro de las líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se deben estimar una vez que se encuentren terminados los trabajos de revisión de la calidad de transmisión, aprobados por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

() Revisión de calidad de transmisión. \$/pza

F.07. () Revisión de aparato telefónico.- El costo directo incluye: La mano de obra especializada para la revisión y pruebas; materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios, la mano de obra para el acarreo libre; retiro del material sobrante y desperdicios al sitio que determine la supervisión y la limpieza; el equipo de seguridad de los trabajadores; el equipo de prueba y la herramienta necesarios para la ejecución correcta del trabajo.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se deben contar los aparatos revisados, dentro de las líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se deben estimar una vez que se encuentren terminados los trabajos de revisión de aparatos, aprobados por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

() Revisión de aparato telefónico. \$/pza.

F.08. () Limpieza de aparato telefónico.- El costo directo incluye: el suministro de trapo, detergente, agua, y/o líquidos recomendados por el fabricante y los materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra especializada para el lavado y secado del aparato telefónico; retiro del material sobrante y desperdicios al sitio que determine la supervisión y la limpieza; el equipo de seguridad de los trabajadores; el equipo y la herramienta necesarios para la ejecución correcta del trabajo.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se debe contar el número de teléfonos limpiados, dentro de las líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se deben estimar una vez que se encuentren terminados los trabajos de limpieza de teléfonos, aprobados por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

() Limpieza de aparato telefónico. \$/pza.

- F.09. () Tono de central pública.- El costo unitario incluye: la señalización para delimitar el área de trabajo, los materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra especializada para la revisión y prueba de los teléfonos directos y punto de operadora; retiro del material sobrante y desperdicios al sitio que determine la supervisión y la limpieza; el equipo de seguridad de los trabajadores; el equipo de prueba (microteléfono) y la herramienta necesarios para la ejecución correcta del trabajo.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se debe contar el número de teléfonos directos y punto de operadora probados, dentro de las líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se deben estimar una vez que se encuentren terminados los trabajos de revisión y prueba del tono de central pública, aprobados por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

() Tono de central pública

() Tono en operadora y teléfono directo. \$/pza.

- F.10. () Sustitución de cable.- El costo directo incluye: la señalización para determinar el área de trabajo; el suministro de cable, la parte proporcional del costo de los andamios o escaleras en caso de ser requeridas; los materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra para el acarreo libre horizontal y/o vertical, la mano de obra especializada para la sustitución parcial o total de cable, su sujeción y pruebas; retiro del material sobrante, andamios o escaleras y desperdicios al sitio que determine la supervisión y la limpieza del área de trabajo; el equipo de seguridad de los trabajadores; el equipo y la herramienta necesarios para la ejecución correcta del trabajo.

La unidad de medida es el metro, con dos decimales de aproximación.

Para efectos de cuantificar, se debe medir la longitud de cable reemplazado, dentro de las líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se deben estimar una vez que se encuentren terminados los trabajos de reposición de cable, aprobados por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

() Sustitución de cable, diversos tipos y calidades \$/m

- F.11. () Reparación por interrupción total del equipo telefónico. El costo directo incluye: la señalización para determinar el área de trabajo, la parte proporcional de los andamios o escaleras en caso de requerirse; el suministro del fusible o cualquier otro dispositivo necesario del tipo de los instalados, materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra para el acarreo libre horizontal y/o vertical, la mano de obra especializada para la operación del equipo de prueba; retiro del material sobrante, la señalización, los andamios o escaleras y desperdicios al sitio que determine la supervisión y la limpieza del área de trabajo; el equipo de seguridad de los trabajadores; el equipo y la herramienta necesarios para la ejecución correcta del trabajo.

La unidad de medida es la hora, con dos decimales de aproximación.

Para efectos de cuantificar, se debe medir el tiempo empleado en la revisión de toma y cambio de fusibles, dentro de las líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se deben estimar una vez que se encuentren terminados los trabajos de revisión de toma y cambio de fusibles, aprobados por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

() Reparación por interrupción total del equipo telefónico.

() Revisión toma y cambio de fusible. \$/hora

- F.12. () Reparación o reposición por falla en aparato telefónico o de intercomunicación. - El costo directo incluye: la señalización para determinar el

área de trabajo; el suministro de aparato telefónico o la reparación en taller de aparato telefónico, materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra especializada para desconectar el aparato, hacer la reparación, conectar y probar el aparato, retiro del material sobrante y desperdicios al sitio que determine la supervisión y la limpieza del área de trabajo; el equipo de seguridad de los trabajadores; el equipo de prueba y la herramienta necesarios para la ejecución correcta del trabajo.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se debe contar el número de aparatos reparados o sustituidos, dentro de las líneas de proyecto.

Para efectos de pago, se deben estimar una vez que se encuentren terminados los trabajos de reparación o reposición de aparatos telefónicos, aprobados por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

() Aparato reparado o sustituido.

\$/pza.

LIBRO	8	CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE OBRAS Y EQUIPOS
PARTE	02	OBRA ELECTROMECAÁNICA
SECCIÓN	01	ELÉCTRICA
CAPÍTULO	007	MOTORES ELÉCTRICOS EN GENERAL

A. DEFINICIONES, CLASIFICACIÓN Y OBJETO

A.01. Actividades que se llevan a cabo previamente a la presentación de la falla o para la eliminación de las fallas en la medida que se presentan, con el fin de mantener en óptimas condiciones de operación y de servicio a los motores eléctricos.

A.02. Para el presente capítulo se tienen las definiciones y clasificaciones siguientes:

a. Motor eléctrico es toda máquina que transforma la energía eléctrica en energía mecánica. El elemento de salida es normalmente un eje.

A.03. Los motores se clasifican tendiendo a la corriente que reciben, y a su construcción

a. Corriente continua:

1. Devanado en derivación
2. Devanado en serie
3. Devanado compuesto

b. Corriente alterna

1. Asíncronos o de inducción

1.1. Monofásicos

1.1.1. En serie

1.1.2. Inducción y arranque con capacitor

1.2. Polifásicos

1.2.1. Horizontal: Rotor devanado o jaula de ardilla

1.2.2. Vertical: Rotor devanado o jaula de ardilla

2. Síncronos:

2.1. No excitados

- 2.1.1. De reluctancia
- 2.1.2. De histéresis
- 2.1.3. De imán permanente

2.2. Excitados por corriente continua

A.04. Para entender e interpretar correctamente los datos inscritos en la placa de un motor, se dan las siguientes definiciones:

- a. Potencia nominal.- Es la potencia que puede entregar, un motor, bajo características de tensión, frecuencia, velocidad, corriente y temperatura nominales, de acuerdo con los datos especificados en la placa.
- b. Eficiencia.- Es la relación entre la potencia útil en la flecha del motor y la potencia recibida de la línea, generalmente se expresa en porcentaje.
- c. Factor de potencia.- Se define como la relación entre la potencia activa en Watts y la potencia aparente, suministrada en volts-amperes.
- d. Factor de servicio.- Es un factor que aplicado a la potencia nominal indica la sobrecarga continua máxima permisible, que puede soportar el motor sin que exceda los límites de temperatura del aislamiento especificado en la placa.
- e. Par de carga plena.- Es el necesario para producir la potencia nominal a su velocidad especificada en la placa.
- f. Par de arranque a rotor bloqueado.- Es aquel que desarrolla un motor al arrancar y corresponde al menor par medido con el rotor frenado a velocidad cero, para varias posiciones angulares del mismo, aplicando tensión y frecuencia nominales a no menos de 293 K (20 °C) y no más de 308 K (35 °C) en sus embobinados.
- g. Par mínimo.- Es el menor par desarrollado durante el período de aceleración comprendido desde el arranque hasta la velocidad en que el par máximo ocurre.
- h. Par máximo.- Es aquel desarrollado bajo frecuencia y tensión nominales, sin que suceda un descenso marcado en la velocidad del motor debiendo estar los devanados del motor a una temperatura entre 293 K (20 °C) y 308 K (35 °C).
- i. Corriente de arranque a rotor bloqueado.- Es la corriente que toma el motor al arrancar, que corresponde a la del motor cuando el rotor esta frenado a velocidad cero, bajo tensión y frecuencia nominales.

A.05. El mantenimiento de los motores eléctricos en general, se clasifica en:

- a. Mantenimiento preventivo.- Actividades tendientes a la preservación y adecuada operación de los motores eléctricos, desarrolladas sistemáticamente antes del tiempo en que se habría presentado la falla, o bien se hace la corrección de la falla en su fase inicial y corregirla en el momento oportuno.

La detección de las fallas se obtiene a partir de los trabajos de inspección y la estadística que se lleve de los equipos. El reemplazo efectuado oportunamente puede hacerse como medida preventiva. En el mantenimiento preventivo se incluyen los niveles:

1. Mantenimiento programado (sistemático).- En el mantenimiento preventivo los trabajos deben ser efectuados con base a una planeación estructurada y organizada para establecer un programa de operaciones, trabajos o tareas con un adecuado control.
 2. Mantenimiento de mejora.- En éste se desarrolla la ingeniería necesaria para reducir el mantenimiento requerido, modificando el diseño original.
 3. Mantenimiento total.- Es el desarrollo del mantenimiento a través de todo el personal y la mejora del equipo como consecuencia de su aplicación.
- c. Mantenimiento correctivo en motores eléctricos.- Es el conjunto de actividades que se realizan para la eliminación de las fallas a medida que éstas se presentan o se hacen inminentes. Su implantación es fácil y muy económica, ya que no requiere de análisis, estudios o trabajos previos, es decir no se efectúa ningún trabajo hasta que se presenta la falla; las operaciones que se desarrollan en este tipo de mantenimiento son fundamentalmente la reparación y el reemplazo.

Esto representa altos costos en mano de obra y materiales por sobre precios (demandados para su obtención con premura), trabajo adicional, baja fiabilidad, altos riesgos y tiempo excesivo fuera de operación de los motores.

A.06. El objeto del presente capítulo es el de establecer las actividades mínimas necesarias para mantener y conservar en operación y servicio eficiente a los motores eléctrico en general en las instalaciones a cargo de la Administración Pública del Distrito Federal.

B. REFERENCIAS EN OTRAS NORMAS, DE CONCEPTOS RELACIONADOS

B.01. El presente capítulo tiene relación con la normatividad siguiente:

CONCEPTOS	CAPÍTULO DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Eficiencia energética de motores de corriente alterna, monofásicos	NOM-014-ENER	Secretaría de Energía
Motores	NTPIE	SECOFI
Motores eléctricos	NMX-J-075*	ANCE
Motores eléctricos	NMX-J-433*	ANCE
Acarreo de materiales en vehículos	3.01.01.011	G.D.F.
Instalación de conductores eléctricos	3.01.02.029	G.D.F.
Instalaciones de equipo eléctrico de control y protección	3.01.02.030	G.D.F.
Instalación de motor eléctrico	3.01.02.031	G.D.F.
Generalidades	8.02.01.001	G.D.F.
Instalaciones eléctricas en plantas industriales	8.02.01.004	G.D.F.
Sistemas de pararrayos y tierras	8.02.01.005	G.D.F.

C. MATERIALES CONSTITUTIVOS DEL CONCEPTO.

C.01. Todos los materiales y refacciones necesarios para el mantenimiento de motores eléctricos, o los que en el caso particular se requieran, deben cumplir con los requisitos de calidad establecidos en el proyecto, con las normas oficiales mexicanas NOM, con las normas mexicanas NMX o lo que sea ordenado por la Residencia de Obra a través de la supervisión.

De no estar precisados en el proyecto u orden respectiva, se debe atender lo establecido en las especificaciones del área correspondiente y de no tenerse previsto en éstas, se debe atender lo establecido en el Libro 4 sobre calidad de

materiales de las Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal, tomando como referencia los capítulos anotados enunciativa y no limitativamente en la cláusula B de Referencias.

En su aplicación, debe tomarse en cuenta que lo previsto en las especificaciones de proyecto tienen prioridad sobre las especificaciones generales y éstas a su vez prevalecen sobre las normas citadas.

Además de lo anterior, la construcción y prueba de los motores y todas sus partes que se suministren para el programa de mantenimiento preventivo deben cumplir, para cada sección del motor, con las normas que a continuación se indican:

- a. ANSI (American National Standard Institute)
- b. NEMA (National Electrical Manufacturers Association)
- c. IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers)
- d. ASTM (American Society for Testing and Materials)
- e. ASME (American Society of Mechanical Engineers)
- f. AWS (American Welding Society)
- g. IEC (International Electro Technical Commission)
- h. NMX (Norma Mexicana)

C.02. Componentes del motor. Para una mejor aplicación del mantenimiento preventivo o correctivo de los motores eléctricos en general, debe conocerse la calidad de los elementos y dispositivos en su fabricación

- a. Laminaciones del rotor y estator, son fabricadas en acero al silicio, de alta permeabilidad, relevadas de esfuerzos mecánicos y pérdidas magnéticas.
- b. Devanados. Se utiliza cobre tipo electrolítico, aislamiento y barnices de acuerdo a las normas NEMA, NMX, etc. y estos son:
 - 1. Aislamiento clase "E", se emplean esmaltes de acetato de polivinilo, poliuretano y aglomerado de celulosa, aglomerados mediante melamina con formaldehído o fenol. Su temperatura máxima de empleo es de 393 K (120 °C).
 - 2. Aislamiento clase "B", está compuesto por fibras de vidrio, amianto, productos de mica, esmaltes de politereftalatos o películas de policarbonato, y usan de aglomerante goma laca, compuestos asfálticos, resinas alquidálicas, resinas poliéster, melamina y formaldehído. Su temperatura máxima de operación es de 403 K (130 °C).

3. Aislamiento clase "F", utiliza en su fabricación fibras de vidrio, amianto, productos de mica, fibras de poliamidas aromáticas, películas de poliéstermida, usando como medio aglomerante resinas epoxi, resinas de poliuretano, y resinas de salicina. Su temperatura máxima de operación es de 428 K (155 °C).
 4. Aislamiento clase "H", su elaboración se lleva al cabo por medio de fibras de vidrio amianto, fibras de poliamidas aromáticas, politetrafluoroetileno y caucho de silicona, y usa la resina de silicona como medio aglutinante. Se emplea en temperaturas hasta 453 K (180 °C).
 5. Aislamiento clase "C", se emplea en su elaboración, porcelana, mica, cuarzo, vidrio u otro material cerámico y politetrafluoroetileno, con un aglomerante de resina de silicona cuando sea necesario. Su temperatura de empleo es de más de 453 K (180 °C).
- c. Flecha, se diseña de manera que tenga una rigidez adecuada, para resistir la deformación excesiva resultante del peso del rotor y de las fuerzas centrífugas y magnéticas. Se fabrica en distintas clases de aceros de acuerdo con las normas NEMA, ASTM y NMX.
 - d. Cojinetes, los motores eléctricos en su gran mayoría están equipados con dos tipos de cojinetes, éstos son:
 1. Cojinetes lisos o chumaceras, los metales de las chumaceras están contruidos de un metal base (que puede ser hierro fundido, acero forjado etc.) y metal babbit de alta calidad, de acuerdo a las normas ASTM para cada caso. Por facilidad de ensamble y en reparaciones, los metales de las chumaceras están casi siempre divididos en dos mitades.
 2. Cojinetes antifricción. Estos cojinetes funcionan con el principio del contacto rotatorio entre cuerpos circulares elásticos, su construcción es de acero desgafificado, son de dos tipos, bolas y rodillos.
 - e. Carcasas. Son construidas en fierro fundido, fierro rolado y aluminio, su función principal es la de enfriamiento, además de contener al motor.
 - f. Escobillas, se fabrican en electro grafito con el grado adecuado, para evitar desgastes por fricción y temperatura por el paso de la corriente de carga.

D. EQUIPOS Y SISTEMAS

D.01. Cuando sea necesario la sustitución de un motor debe tomarse en cuenta si el motor forma parte de un equipo o sistema integrado, ya que se podría presentar la pérdida de garantía al reemplazar elementos diferentes a los originales; por lo tanto en este caso se debe respetar:

- a. Marca
- b. Corriente de operación (A)
- c. Tensión normal (V)
- d. Potencia (kW)
- e. Velocidad (rpm)
- f. Fases
- g. Frecuencia (Hz)
- h. Factor de servicio
- i. Clase de aislamiento
- j. Sobrecarga (indicar tiempo de sobrecarga y periodicidad)
- k. Ciclo de operación (continuo o intermitente)
- l. Par de arranque, de abatimiento o máximo
- m. Aplicación (tipo de máquina impulsada)
- n. Construcción (tipo de armazón NEMA)
- o. Temperatura ambiente
- p. Altitud de operación
- q. Medio ambiente (polvo, gases, humedad, corrosión, etc.)
- r. Limitación en la regulación de la tensión
- s. Tipo de acoplamiento

D.02. Si por el contrario no se tiene la limitación del fabricante del equipo o sistema, es muy conveniente llevar al cabo un estudio basado en las estadísticas de operación del motor, para determinar si la sustitución se realiza con un motor igual que reúna todas las características anteriores o se cambian de acuerdo a las condiciones reales de operación, requerida.

Una adecuada sustitución es el resultado de un análisis de ingeniería, obteniendo economías en el costo directo de adquisición y de mantenimiento, por fácil obtención de refacciones, incremento de eficiencia en la operación, mayor seguridad y fiabilidad e incorporación de avances tecnológicos.

Las características que deben cumplir los motores para este caso son exactamente las mismas que las del inciso D.01, sólo que la marca y los valores de las constantes quedarán a juicio del responsable de mantenimiento, de acuerdo al estudio realizado.

E. REQUISITOS DE EJECUCIÓN

E.01. Mantenimiento preventivo:

- a. Al darle mantenimiento a un motor se debe revisar que lo que está indicado en su placa realmente se esté cumpliendo, como es:
 1. Potencia nominal
 2. Eficiencia
 3. Factor de potencia
 4. Factor de servicio
 5. Par de servicio
 6. Par de arranque a rotor bloqueado
 7. Par mínimo
 8. Par máximo
 9. Corriente de arranque a rotor bloqueado

- b. Requisitos preliminares.- Para lograr una operación óptima, segura y eficiente de los motores eléctricos, es necesario que toda la instalación que se utiliza para la alimentación de corriente eléctrica cumpla con las normas mencionadas en el inciso B.01. de este capítulo en lo relacionado con cables, instalación de motores, ductos, y tableros de control; sin embargo se debe dar mayor importancia a los siguientes puntos:
 1. Inventario.- Es necesario levantar un inventario de todos los motores eléctricos de la instalación o planta de que se trate, anotando la ubicación, el equipo que mueve y el ambiente de trabajo.
 2. Bitácora.- Con la participación de los encargados del mantenimiento de las diferentes áreas de operación, se debe elaborar una bitácora por motor en la cual se vacíen los datos de placa del mismo, el programa de mantenimiento preventivo de por lo menos un año, las reparaciones que se efectúen por mantenimiento correctivo así como las anomalías que se detecten durante las actividades de mantenimiento preventivo programadas, con todos estos datos se puede formar la estadística del motor, que será de suma utilidad en el futuro para tomar decisiones sobre su mantenimiento o sustitución.
 3. Cableado y canalizaciones.- Los ductos deben ser los adecuados, tanto en calibre como en el tipo de aislamiento, de acuerdo a la carga, distancia al medio de desconexión y a las variables de operación.

Respecto a las canalizaciones, éstas deben ser las apropiadas para albergar al número adecuado de conductores y no rebasar el factor de

agrupamiento establecido en la Norma NTIE-81-302.4. El material de su fabricación debe soportar el daño mecánico y los factores del ambiente a que se vea sometida.

4. Protecciones.- Verificar que cada motor cuente con las protecciones contra sobrecarga adecuadas a cada caso de acuerdo a la norma NTIE incisos 403.30 y 403.36 (interruptor y arrancador).
5. Interruptores.- los interruptores deben ser de la capacidad adecuada a la demanda del motor y los elementos fusibles no pueden ser puenteados, ya que en caso de existir una sobredemanda por parte del motor, la protección que debería cubrirla se vería afectada por el puente.

Se debe evitar conectar la salida del interruptor a su alimentación, debido a que este dispositivo se transforma en una caja de conexiones, de la cual no se tiene control.

6. Arrancadores.- La selección de estos equipos debe ser de acuerdo a la potencia del motor, con los elementos térmicos apropiados, no se deben instalar arrancadores de más potencia, ni elementos térmicos mayores a los de la carga real.

Se debe evitar substituir estos elementos térmicos por otros de más capacidad, porque ocasionan daño a los devanados y aislamiento de los motores, pues trabajarán con un exceso de temperatura, fuera de su diseño original y resultando a corto plazo la falta de los devanados; o en el otro caso, se resta vida útil a los mismos.

La forma correcta de proporcionar el mantenimiento es la de investigar a fondo la causa que originó el disparo y registrarla en la bitácora para conformar la estadística del motor.

7. Centro de control de motores.- En plantas con un equipamiento moderno se utilizan estos dispositivos, los cuales desplazaron la instalación tradicional de interruptores y arrancadores por separado ya que en ellos se encuentran agrupados, logrando con esto beneficios como mayor seguridad para el personal, economía y un mantenimiento menor y más sencillo.

Las recomendaciones que se hacen para los equipos anteriores son también aplicables en este caso.

- c. Programa de mantenimiento preventivo.- Para realizar el presente programa, se agruparon los motores de acuerdo a la armazón NEMA, de tal forma que las dimensiones exteriores de ellos son similares para cada ficha que integra

el programa; Con esto se logra que las refacciones que se utilizarán sean casi las mismas por ficha, lo cual en el momento de implementar el programa de alguna instalación facilitará la labor de las personas encargadas del mantenimiento.

Los motores que aparecen en este programa son de fabricación estándar para casi todas las compañías que se dedican a producir estos equipos, por lo que se tendrán que tomar en cuenta las recomendaciones del fabricante cuando se trate de motores de construcción especial, ajustando los tiempos y las actividades a las indicaciones del proveedor.

Para el caso de los motores monofásicos sólo se consideró una ficha, ya que la mayoría de éstos se encuentran en el mercado con la misma construcción, salvo que se pidan con características especiales.

A continuación se presentan las formas de ficha técnica para el mantenimiento de los motores:

MANTENIMIENTO PREVENTIVO MOTORES ELÉCTRICOS		E.01.c.1 POTENCIA H.P.	
MOTOR: HORIZONTAL Y VERTICAL TIPO: JAULA DE ARDILLA AISLAMIENTO: CLASE "B" VOLTS: 127/220 MONOFÁSICOS		0,055(1/18); 0,83(1/12); 0,111(1/9); 0,166(1/6); 0,125(1/4); 0,33(1/3); 0,5(1/2); 0,75(3/4); 1, 1,5(1 ½); 2	
		ARMAZÓN: NEMA	56
PARTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (DÍAS)	
EQUIPO COMPLETO	Verificar temperatura	7	
	Escuchar ruidos extraños	7	
	Limpieza	30	
	Medir tensión y corriente	180	
	Vibración (por cimentación, soportes etc.)	360	
	Limpieza e inspección interior	720	
COJINETES	Verificar temperatura	7	
	Ruido	7	
	Evaluar vibraciones	30	
	Lubricar	30 a 180	
	Cambiar lubricante	180 a 360	
ROTOR -- Dispositivo de arranque	Limpieza	360	
	Balanceo	720	
	Revisar	180 a 360	
ESTATOR -- Devanados -- Platinos arranque	Limpieza	180	
	Verificar resistencia de aislamiento	180 a 360	
	Limpieza	180	
ENFRIAMIENTO -- Ventilador	Limpieza	360	
	Verificar estado	30	
ACOPLAMIENTO	Verificar alineamiento y tensión	30	
	Revisar estado y tolerancias	180	
	Verificar apriete de tornillos	180	

MANTENIMIENTO PREVENTIVO MOTORES ELÉCTRICOS		E.01.c.2 POTENCIA H.P.
MOTOR: HORIZONTAL TIPO: JAULA DE ARDILLA AISLAMIENTO: CLASE "B" VOLTS: 220/440 3 FASES		0,5(1/2); 0,75(3/4); 1, 1,5(1 1/2); 2; 3 ARMAZÓN: NEMA: 143 ST,145 ST, 182 ST, 184 ST, 213 ST, 215 ST.
PARTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (DÍAS)
EQUIPO COMPLETO	Verificar temperatura	7
	Escuchar ruidos extraños	7
	Limpieza	30
	Medir tensión y corriente	180
	Vibración (por cimentación, soportes etc.)	360
	Limpieza e inspección interior	720
COJINETES	Verificar temperatura	7
	Ruido	7
	Evaluar vibraciones	30
	Lubricar	30 a 180
	Cambiar lubricante	180 a 360
ROTOR	Limpieza	360
	Balanceo	720
ESTATOR -- Devanados	Limpieza	180
	Verificar resistencia del aislamiento	180 a 360
ENFRIAMIENTO -- Ventilador	Limpieza	360
	Verificar estado	30
ACOPLAMIENTO	Verificar alineamiento y tensión	30
	Revisar estado y tolerancias	180
	Verificar apriete de tornillos	180

MANTENIMIENTO PREVENTIVO MOTORES ELÉCTRICOS		E.01.c.3 POTENCIA H.P.
MOTOR: HORIZONTAL TIPO: JAULA DE ARDILLA AISLAMIENTO: CLASE "B" VOLTS: 220/440 3 FASES		5, 7.5, 10, 15 ARMAZÓN: NEMA: 182 ST, 184 ST, 213 ST, 215 ST, 254 ST, 256 ST, 284 ST, 286 ST
PARTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (DÍAS)
EQUIPO COMPLETO	Verificar temperatura	7
	Escuchar ruidos extraños	7
	Limpieza	30
	Medir tensión y corriente	180
	Vibración (por cimentación, soportes etc.)	360
	Limpieza e inspección interior	720
COJINETES	Verificar temperatura	7
	Ruido	7
	Evaluar vibraciones	30
	Lubricar	30 a 180
	Cambiar lubricante	180 a 360
ROTOR	Limpieza	360
	Balanceo	720
ESTATOR -- Devanados	Limpieza	180
	Verificar resistencia aislamiento	180 a 360
ENFRIAMIENTO -- Ventilador	Limpieza	360
	Verificar estado	30
ACOPLAMIENTO	Verificar alineamiento y tensión	30
	Revisar estado y tolerancias	180
	Verificar apriete de tornillos	180

MANTENIMIENTO PREVENTIVO MOTORES ELÉCTRICOS		E.01.c.4 POTENCIA H.P.
MOTOR: HORIZONTAL TIPO: JAULA DE ARDILLA AISLAMIENTO: CLASE "B" VOLTS: 220/440 3 FASES		20, 25, 30, 40, 50. ARMAZÓN: NEMA: 324 ST, 326 ST, 364 ST, 365 ST, 404 ST, 405 ST.
PARTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (DÍAS)
EQUIPO COMPLETO	Verificar temperatura	7
	Escuchar ruidos extraños	7
	Limpieza	30
	Medir tensión y corriente	180
	Vibración (por cimentación, soportes etc.)	360
	Limpieza e inspección interior	720
COJINETES	Verificar temperatura	7
	Ruido	7
	Evaluar vibraciones	30
	Lubricar	30 a 180
	Cambiar lubricante	180 a 360
ROTOR	Limpieza	360
	Balanceo	720
ESTATOR -- Devanados	Limpieza	180
	Verificar resistencia de aislamiento	180 a 360
ENFRIAMIENTO -- Ventilador	Limpieza	360
	Verificar estado	30
ACOPLAMIENTO	Verificar alineamiento y tensión	30
	Revisar estado y tolerancias	180
	Verificar apriete de tornillos	180

MANTENIMIENTO PREVENTIVO	E.01.c.5
--------------------------	----------

MOTORES ELÉCTRICOS		POTENCIA H.P.
MOTOR: HORIZONTAL TIPO: JAULA DE ARDILLA AISLAMIENTO: CLASE "B" VOLTS: 220/440 3 FASES		60, 75, 100, 125
		ARMAZÓN: NEMA: 324 ST, 326 ST, 364 ST, 365 ST, 404 ST, 405 ST, 444 ST, 445 ST
PARTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (DÍAS)
EQUIPO COMPLETO	Verificar temperatura	7
	Escuchar ruidos extraños	7
	Limpieza	30
	Medir tensión y corriente	180
	Vibración (por cimentación, soportes etc.)	360
	Limpieza e inspección interior	720
COJINETES	Verificar temperatura	7
	Ruido	7
	Evaluar vibraciones	30
	Lubricar	30 a 180
	Cambiar lubricante	180 a 360
ROTOR	Limpieza	360
	Balanceo	720
ESTATOR -- Devanados	Limpieza	180
	Verificar resistencia aislamiento	180 a 360
INSTRUMENTACIÓN	Limpieza	90
	Calibración	360
ENFRIAMIENTO -- Ventilador	Limpieza	360
	Verificar estado	30
ACOPLAMIENTO	Verificar alineamiento y tensión	30
	Revisar estado y tolerancias	180
	Verificar apriete de tornillos	180

MANTENIMIENTO PREVENTIVO	E.01.c.6
--------------------------	----------

MOTORES ELÉCTRICOS		POTENCIA H.P.
MOTOR: HORIZONTAL TIPO: JAULA DE ARDILLA AISLAMIENTO: CLASE "B" VOLTS: 220/440 3 FASES		60, 75, 100, 125
		ARMAZÓN: NEMA: 444 ST, 445 ST, 447 ST, 449 ST
PARTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (DÍAS)
EQUIPO COMPLETO	Verificar temperatura	7
	Escuchar ruidos extraños	7
	Limpieza	30
	Medir tensión y corriente	180
	Vibración (por cimentación, soportes etc.)	360
	Limpieza e inspección interior	720
COJINETES	Verificar temperatura	7
	Ruido	7
	Evaluar vibraciones	30
	Lubricar	30 a 180
	Cambiar lubricante	180 a 360
ROTOR	Limpieza	360
	Balanceo	720
ESTATOR -- Devanados	Limpieza	180
	Verificar resistencia aislamiento	180 a 360
INSTRUMENTACIÓN	Limpieza	90
	Calibración	360
ENFRIAMIENTO -- Ventilador -- Serpentin -- Sistema circulación	Limpieza	360
	Verificar estado	30
	Limpieza	360
	Limpieza	360
ACOPLAMIENTO	Verificar alineamiento y tensión	30
	Revisar estado y tolerancias	180
	Verificar apriete de tornillos	180

MANTENIMIENTO PREVENTIVO MOTORES ELÉCTRICOS	E.01.c.7 POTENCIA H.P.
--	---------------------------

MOTOR: HORIZONTAL TIPO: JAULA DE ARDILLA AISLAMIENTO: CLASE "B" VOLTS: 2300/4160 3 FASES		75, 100, 125, 200, 300, 350, 400, 450, 500
		ARMAZÓN: NEMA: 5008 L, 5008 H, 5008 S, 5010 L
PARTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (DÍAS)
EQUIPO COMPLETO	Verificar temperatura	7
	Escuchar ruidos extraños	7
	Limpieza	30
	Medir tensión y corriente	180
	Vibración (por cimentación, soportes etc.)	360
	Limpieza e inspección interior	720
COJINETES	Verificar temperatura	7
	Ruido	7
	Evaluar vibraciones	30
	Lubricar	30 a 180
	Cambiar lubricante	180 a 360
ROTOR	Limpieza	360
	Balanceo	720
ESTATOR -- Devanados	Limpieza	180
	Verificar resistencia aislamiento	180 a 360
INSTRUMENTACIÓN	Limpieza	90
	Calibración	360
ENFRIAMIENTO -- Ventilador -- Serpentín -- Sistema circulación	Limpieza	360
	Verificar estado	30
	Limpieza	360
	Limpieza	360
ACOPLAMIENTO	Verificar alineamiento y tensión	30
	Revisar estado y tolerancias	180
	Verificar apriete de tornillos	180
MANTENIMIENTO PREVENTIVO MOTORES ELÉCTRICOS	E.01.c.8 POTENCIA H.P.	

MOTOR: HORIZONTAL TIPO: JAULA DE ARDILLA AISLAMIENTO: CLASE "B" VOLTS: 2300/4160 3 FASES		250, 300, 350, 400, 450, 500, 700, 800, 900, 1000
		ARMAZÓN NEMA: 5808 L, 5809 L, 5810 L, 5808 S, 5809 H, 5810 H, 5810 S
PARTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (DÍAS)
EQUIPO COMPLETO	Verificar temperatura	7
	Escuchar ruidos extraños	7
	Limpieza	30
	Medir tensión y corriente	180
	Vibración (por cimentación, soportes etc.)	360
	Limpieza e inspección interior	720
COJINETES	Verificar temperatura	7
	Ruido	7
	Evaluar vibraciones	30
	Lubricar	30 a 180
	Cambiar lubricante	180 a 360
ROTOR	Limpieza	360
	Balanceo	720
ESTATOR -- Devanados	Limpieza	180
	Verificar resistencia aislamiento	180 a 360
INSTRUMENTACIÓN	Limpieza	90
	Calibración	360
ENFRIAMIENTO -- Ventilador -- Serpentin -- Sistema circulación	Limpieza	360
	Verificar estado	30
	Limpieza	360
	Limpieza	360
ACOPLAMIENTO	Verificar alineamiento y tensión	30
	Revisar estado y tolerancias	180
	Verificar apriete de tornillos	180
MANTENIMIENTO PREVENTIVO MOTORES ELÉCTRICOS	E.01.c.9 POTENCIA H.P.	

MOTOR: HORIZONTAL TIPO: JAULA DE ARDILLA AISLAMIENTO: CLASE "B" VOLTS: 2300/4160 3 FASES		400, 500, 700, 1000, 1250, 1500, 1750
		ARMAZÓN: NEMA: 6808 L, 6808 H, 6808 S, 6809 L, 6809 S, 6810 , 6810 G, 6810 H, 6810 L, 6810 S
PARTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (DÍAS)
EQUIPO COMPLETO	Verificar temperatura	7
	Escuchar ruidos extraños	7
	Limpieza	30
	Medir tensión y corriente	180
	Vibración (por cimentación, soportes etc.)	360
	Limpieza e inspección interior	720
COJINETES	Verificar temperatura	7
	Ruido	7
	Evaluar vibraciones	30
	Lubricar	30 a 180
	Cambiar lubricante	180 a 360
ROTOR	Limpieza	360
	Balanceo	720
ESTATOR -- Devanados	Limpieza	180
	Verificar resistencia aislamiento	180 a 360
INSTRUMENTACIÓN	Limpieza	90
	Calibración	360
ENFRIAMIENTO -- Ventilador -- Serpentín -- Sistema circulación	Limpieza	360
	Verificar estado	30
	Limpieza	360
	Limpieza	360
ACOPLAMIENTO	Verificar alineamiento y tensión	30
	Revisar estado y tolerancias	180
	Verificar apriete de tornillos	180
MANTENIMIENTO PREVENTIVO MOTORES ELÉCTRICOS	E.01.c.10 POTENCIA H.P.	

MOTOR: HORIZONTAL TIPO: ROTOR DEVANADO AISLAMIENTO: CLASE "B" VOLTS: 220/4403 FASES		5, 7.5, 15, 20
		ARMAZÓN: NEMA: 324 T, 326 T
PARTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (DÍAS)
EQUIPO COMPLETO	Verificar temperatura	7
	Escuchar ruidos extraños	7
	Limpieza	30
	Medir tensión y corriente	180
	Vibración (por cimentación, soportes etc.)	360
	Limpieza e inspección interior	720
COJINETES	Verificar temperatura	7
	Ruido	7
	Evaluar vibraciones	30
	Lubricar	30 a 180
	Cambiar lubricante	180 a 360
PORTA-ESCOBILLAS -- Escobillas -- Resortes	Inspeccionar	30
	Revisar y cambiar si es necesario	30
	Revisar funcionamiento	30
ROTOR -- Colector	Limpieza	360
	Balanceo	720
	Inspeccionar	360
	Limpieza	360
ESTATOR -- Devanados	Limpieza	180
	Verificar resistencia aislamiento	180 a 360
ENFRIAMIENTO -- Ventilador	Limpieza	360
	Verificar estado	30
ACOPLAMIENTO	Verificar alineamiento y tensión	30
	Revisar estado y tolerancias	180
	Verificar apriete de tornillos	180
MANTENIMIENTO PREVENTIVO MOTORES ELÉCTRICOS	E.01.c.11 POTENCIA H.P.	

MOTOR: HORIZONTAL TIPO: ROTOR DEVANADO AISLAMIENTO: CLASE "B" VOLTS: 220/440 3 FASES		25, 30, 40, 50
		ARMAZÓN: NEMA: 324 T, 326 T, 364 T, 385 T, 404 T, 405 T
PARTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (DÍAS)
EQUIPO COMPLETO	Verificar temperatura	7
	Escuchar ruidos extraños	7
	Limpieza	30
	Medir tensión y corriente	180
	Vibración (por cimentación, soportes etc.)	360
	Limpieza e inspección interior	720
COJINETES	Verificar temperatura	7
	Ruido	7
	Evaluar vibraciones	30
	Lubricar	30 a 180
	Cambiar lubricante	180 a 360
PORTA-ESCOBILLAS -- Escobillas -- Resortes	Inspeccionar	30
	Revisar y cambiar si es necesario	30
	Revisar funcionamiento	30
ROTOR -- Colector	Limpieza	360
	Balanceo	720
	Inspeccionar	360
	Limpieza	360
ESTATOR -- Devanados	Limpieza	180
	Verificar resistencia del aislamiento	180 a 360
ENFRIAMIENTO -- Ventilador	Limpieza	360
	Verificar estado	30
ACOPLAMIENTO	Verificar alineamiento y tensión	30
	Revisar estado y tolerancias	180
	Verificar apriete de tornillos	180
MANTENIMIENTO PREVENTIVO MOTORES ELÉCTRICOS	E.01.c.12 POTENCIA H.P.	

MOTOR: HORIZONTAL TIPO: ROTOR DEVANADO AISLAMIENTO: CLASE "B" VOLTS: 220/440 3 FASES		60, 75, 100, 125
		ARMAZÓN: NEMA: 404T, 405 T, 444 T, 445 T, 447 T, 449
PARTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (DÍAS)
EQUIPO COMPLETO	Verificar temperatura	7
	Escuchar ruidos extraños	7
	Limpieza	30
	Medir tensión y corriente	180
	Vibración (por cimentación, soportes etc.)	360
	Limpieza e inspección interior	720
COJINETES	Verificar temperatura	7
	Ruido	7
	Evaluar vibraciones	30
	Lubricar	30 a 180
	Cambiar lubricante	180 a 360
PORTA-ESCOBILLAS -- Escobillas -- Resortes	Inspeccionar	30
	Revisar y cambiar si es necesario	30
	Revisar funcionamiento	30
ROTOR -- Colector	Limpieza	360
	Balanceo	720
	Inspeccionar	360
	Limpieza	360
ESTATOR -- Devanados	Limpieza	180
	Verificar resistencia aislamiento	180 a 360
INSTRUMENTACIÓN	Limpieza	90
	Calibración	360
ENFRIAMIENTO -- Ventilador -- Serpentín -- Sistema de circulación	Limpieza	360
	Verificar estado	30
	Limpieza	360
	Limpieza	360
ACOPLAMIENTO	Verificar alineamiento y tensión	30
	Revisar estado y tolerancias	180
	Verificar apriete de tornillos	180
MANTENIMIENTO PREVENTIVO MOTORES ELÉCTRICOS	E.01.c.13 POTENCIA H.P.	

MOTOR: HORIZONTAL TIPO: ROTOR DEVANADO AISLAMIENTO: CLASE "B" VOLTS: 220/440 3 FASES		150, 200
		ARMAZÓN: NEMA: 404T, 449 T
PARTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (DÍAS)
EQUIPO COMPLETO	Verificar temperatura	7
	Escuchar ruidos extraños	7
	Limpieza	30
	Medir tensión y corriente	180
	Vibración (por cimentación, soportes etc.)	360
	Limpieza e inspección interior	720
COJINETES	Verificar temperatura	7
	Ruido	7
	Evaluar vibraciones	30
	Lubricar	30 a 180
	Cambiar lubricante	180 a 360
PORTA-ESCOBILLAS -- Escobillas	Inspeccionar	30
	Revisar y cambiar si es necesario	30
	-- Resortes	Revisar funcionamiento
ROTOR -- Colector	Limpieza	360
	Balanceo	720
	Inspeccionar	360
	Limpieza	360
ESTATOR -- Devanados	Limpieza	180
	Verificar resistencia aislamiento	180 a 360
INSTRUMENTACIÓN	Limpieza	90
	Calibración	360
ENFRIAMIENTO -- Ventilador -- Serpentin -- Sistema de circulación	Limpieza	360
	Verificar estado	30
	Limpieza	360
	Limpieza	360
ACOPLAMIENTO	Verificar alineamiento y tensión	30
	Revisar estado y tolerancias	180
	Verificar apriete de tornillos	180
MANTENIMIENTO PREVENTIVO MOTORES ELÉCTRICOS	E.01.c.14 POTENCIA H.P.	

MOTOR: VERTICAL TIPO: JAULA DE ARDILLA AISLAMIENTO: CLASE "B" VOLTS: 220/440 3 FASES		3, 5, 7.5, 10, 15
		ARMAZÓN: NEMA: 213 TP, 215 TP, 254 TP, 256 TP, 284 TP, 286 TP
PARTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (DÍAS)
EQUIPO COMPLETO	Verificar temperatura	7
	Escuchar ruidos extraños	7
	Limpieza	30
	Medir tensión y corriente	180
	Vibración (por cimentación, soportes etc.)	360
	Limpieza e inspección interior	720
COJINETES	Verificar temperatura	7
	Ruido	7
	Evaluar vibraciones	30
	Lubricar	30 a 180
	Cambiar lubricante	180 a 360
ROTOR -- Colector	Limpieza	360
	Balanceo	720
ESTATOR -- Devanados	Limpieza	180
	Verificar resistencia aislamiento	180 a 360
INSTRUMENTACIÓN	Limpieza	90
	Calibración	360
ENFRIAMIENTO -- Ventilador	Limpieza	360
	Verificar estado	30
ACOPLAMIENTO	Verificar alineamiento y tensión	30
	Revisar estado y tolerancias	180
	Verificar apriete de tornillos	180
MANTENIMIENTO PREVENTIVO MOTORES ELÉCTRICOS		E.01.c.15 POTENCIA H.P.

MOTOR: VERTICAL TIPO: JAULA DE ARDILLA AISLAMIENTO: CLASE "B" VOLTS: 220/440 3 FASES		20, 25, 30, 40
		ARMAZÓN NEMA: 254 TP, 256 TP, 284 TP, 286 TP, 324 TP, 326 TP
PARTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (DÍAS)
EQUIPO COMPLETO	Verificar temperatura	7
	Escuchar ruidos extraños	7
	Limpieza	30
	Medir tensión y corriente	180
	Vibración (por cimentación, soportes etc.)	360
	Limpieza e inspección interior	720
COJINETES	Verificar temperatura	7
	Ruido	7
	Evaluar vibraciones	30
	Lubricar	30 a 180
	Cambiar lubricante	180 a 360
ROTOR -- Colector	Limpieza	360
	Balanceo	720
ESTATOR -- Devanados	Limpieza	180
	Verificar resistencia del aislamiento	180 a 360
ENFRIAMIENTO -- Ventilador	Limpieza	360
	Verificar estado	30
ACOPLAMIENTO	Verificar alineamiento y tensión	30
	Revisar estado y tolerancias	180
	Verificar apriete de tornillos	180

MANTENIMIENTO PREVENTIVO MOTORES ELÉCTRICOS	E.01.c.16 POTENCIA H.P.
--	----------------------------

MOTOR: VERTICAL TIPO: JAULA DE ARDILLA AISLAMIENTO: CLASE "B" VOLTS: 220/440 3 FASES		60, 75, 100, 125
		ARMAZÓN: NEMA: 364 TP, 365 TP, 404 TP, 405 TP, 444 TP, 445 TP
PARTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (DÍAS)
EQUIPO COMPLETO	Verificar temperatura	7
	Escuchar ruidos extraños	7
	Limpieza	30
	Medir tensión y corriente	180
	Vibración (por cimentación, soportes etc.)	360
	Limpieza e inspección interior	720
COJINETES	Verificar temperatura	7
	Ruido	7
	Evaluar vibraciones	30
	Lubricar	30 a 180
	Cambiar lubricante	180 a 360
ROTOR -- Colector	Limpieza	360
	Balanceo	720
ESTATOR -- Devanados	Limpieza	180
	Verificar resistencia aislamiento	180 a 360
ENFRIAMIENTO -- Ventilador	Limpieza	360
	Verificar estado	30
ACOPLAMIENTO	Verificar alineamiento y tensión	30
	Revisar estado y tolerancias	180
	Verificar apriete de tornillos	180
MANTENIMIENTO PREVENTIVO MOTORES ELÉCTRICOS		E.01.c.17 POTENCIA H.P.

MOTOR: VERTICAL TIPO: JAULA DE ARDILLA AISLAMIENTO: CLASE "B" VOLTS: 220/440 3 FASES		150, 200, 250, 300
		ARMAZÓN: NEMA: 444 TP, 445 TP, 449 TP
PARTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (DÍAS)
EQUIPO COMPLETO	Verificar temperatura	7
	Escuchar ruidos extraños	7
	Limpieza	30
	Medir tensión y corriente	180
	Vibración (por cimentación, soportes etc.)	360
	Limpieza e inspección interior	720
COJINETES	Verificar temperatura	7
	Ruido	7
	Evaluar vibraciones	30
	Lubricar	30 a 180
	Cambiar lubricante	180 a 360
ROTOR -- Colector	Limpieza	360
	Balanceo	720
ESTATOR -- Devanados	Limpieza	180
	Verificar resistencia aislamiento	180 a 360
INSTRUMENTACIÓN	Limpieza	90
	Calibración	360
ENFRIAMIENTO -- Ventilador -- Serpentín -- Sistema de circulación	Limpieza	360
	Verificar estado	30
	Limpieza	360
	Limpieza	360
ACOPLAMIENTO	Verificar alineamiento y tensión	30
	Revisar estado y tolerancias	180
	Verificar apriete de tornillos	180
MANTENIMIENTO PREVENTIVO MOTORES ELÉCTRICOS	E.01.c.18 POTENCIA H.P.	

MOTOR: VERTICAL TIPO: JAULA DE ARDILLA AISLAMIENTO: CLASE "B" VOLTS: 220/440 3 FASES		150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500
		ARMAZÓN: NEMA: 5008 P, 5009 P, 5010 P, 6809 P
PARTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (DÍAS)
EQUIPO COMPLETO	Verificar temperatura	7
	Escuchar ruidos extraños	7
	Limpieza	30
	Medir tensión y corriente	180
	Vibración (por cimentación, soportes etc.)	360
	Limpieza e inspección interior	720
COJINETES	Verificar temperatura	7
	Ruido	7
	Evaluar vibraciones	30
	Lubricar	30 a 180
	Cambiar lubricante	180 a 360
ROTOR	Limpieza	360
	Balanceo	720
ESTATOR -- Devanados	Limpieza	180
	Verificar resistencia de aislamiento	180 a 360
INSTRUMENTACIÓN	Limpieza	90
	Calibración	360
ENFRIAMIENTO -- Ventilador -- Serpentín Sistema de circulación	Limpieza	360
	Verificar estado	30
	Limpieza	360
	Limpieza	360
ACOPLAMIENTO	Verificar alineamiento y tensión	30
	Revisar estado y tolerancias	180
	Verificar apriete de tornillos	180
MANTENIMIENTO PREVENTIVO MOTORES ELÉCTRICOS	E.01.c.19 POTENCIA H.P.	

MOTOR: VERTICAL TIPO: JAULA DE ARDILLA AISLAMIENTO: CLASE "B" VOLTS: 2300/4160 3 FASES		600, 700, 800, 900, 1250, 1500, 1750
		ARMAZÓN: NEMA: 6809 P, 6809 P, 6810 P, L 6808 P, L 6809 P, L 6810 P
PARTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (DÍAS)
EQUIPO COMPLETO	Verificar temperatura	7
	Escuchar ruidos extraños	7
	Limpieza	30
	Medir tensión y corriente	180
	Vibración (por cimentación, soportes etc.)	360
	Limpieza e inspección interior	720
COJINETES	Verificar temperatura	7
	Ruido	7
	Evaluar vibraciones	30
	Lubricar	30 a 180
	Cambiar lubricante	180 a 360
ROTOR	Limpieza	360
	Balanceo	720
ESTATOR -- Devanados	Limpieza	180
	Verificar resistencia aislamiento	180 a 360
INSTRUMENTACIÓN	Limpieza	90
	Calibración	360
ENFRIAMIENTO -- Ventilador -- Serpentin Sistema de circulación	Limpieza	360
	Verificar estado	30
	Limpieza	360
	Limpieza	360
ACOPLAMIENTO	Verificar alineamiento y tensión	30
	Revisar estado y tolerancias	180
	Verificar apriete de tornillos	180

b. Descripción de actividades.- A continuación se mencionan las actividades necesarias para la aplicación del programa de mantenimiento preventivo en

el mismo orden en que aparecen en las fichas técnicas, indicado en el subinciso E.01.c de este capítulo.

1. Equipo completo

- 1.1. Verificar temperatura.- Con un termómetro de contacto con escala de 273 a 473 K (0 a 200 °C), se debe deslizar a lo largo y ancho de todo el motor para determinar el comportamiento y compararlo con el indicado en la placa para comprobar si se opera en rangos de seguridad.

Cuando el termómetro se aproxime a la zona donde se encuentran los cojinetes, esta temperatura debe analizarse en la sección dedicada a éstos.

- 1.2. Escuchar ruidos extraños.- Se debe prestar especial atención a los ruidos que produce el motor, como puede ser el de un ventilador roto que provocará un ruido fuerte y con una determinada frecuencia, el de un rotor arrastrando metal, que ocasionará un ruido fuerte y sordo acompañado de vibración, y el de los cojinetes que se analizará especialmente en esa sección.
- 1.3. Limpieza.- “Sopletear” con aire limpio y seco a una presión menor que 0,29 MPa (3 kg_f/cm²), la superficie del motor, así como sus partes internas (en motores abiertos).

En el caso de motores que estén expuestos a goteo o salpicadura de agua, líquidos corrosivos o compuestos químicos, debe efectuarse la limpieza con mayor frecuencia.

Cuando el polvo acumulado contenga aceite o grasa, se debe remover con una tela humedecida (no empapada) en un solvente suave como petróleo, gasolina, thinner o uno similar y tomando las precauciones necesarias.

- 1.4. Medir tensión y corriente.- Para tomar estas lecturas se debe utilizar un multímetro con el rango apropiado a la tensión y corriente que se vaya a medir. Un indicador de que un aislamiento está fallando o está por fallar en un aumento adicional de la corriente nominal, siempre y cuando se eliminen las otras variables que pudieran requerir de este aumento, como son una sobrecarga mecánica, falla de cojinetes, o flecha defectuosa.
- 1.5. Vibración.- Se debe tener cuidado al analizar las vibraciones que presenta un motor, ya que éstas pueden atribuirse a:

- 1.5.1. Falla en la cimentación o soportería, lo cual se resuelve corrigiendo el anclaje o apretando las tuercas o tornillos de los soportes.
 - 1.5.2. Acoplamiento inapropiado, provocado generalmente por mal alineamiento, desgaste o tornillería suelta de los elementos que forman el acoplamiento.
 - 1.5.3. Por defecto en los cojinetes, punto que se debe analizar en lo relativo a cojinetes.
- 1.6. Limpieza e inspección interior.- En esta actividad se debe desensamblar completamente el motor procediendo a la limpieza de cada parte de la siguiente manera:
- 1.6.1. Limpieza de estator, se debe usar una tela humedecida más no goteando, con un solvente derivado del petróleo, para remover el aceite o grasa, así como el polvo o basura que se hallan acumulado en los devanados y terminaciones del estator. El uso de estos solventes implica el tomar precauciones en lo referente a inflamabilidad y posibles reacciones dañinas en la salud del personal.

Si se llegaran a presentar evidencias del movimiento el devanado y/o deterioro del barniz, es conveniente considerar una nueva impregnación del mismo.
 - 1.6.2. Limpieza de rotor, esta operación se realiza en forma similar al punto anterior.
 - 1.6.3. Limpieza de cojinetes, para lavar los cojinetes extraídos o los nuevos se sumergen en gasolina blanca calentada a una temperatura de 313 a 333 K (40 a 60 °C), se limpian y se les da un baño de acabado en gasolina blanca.

Debe tenerse cuidado especial en el manejo de los cojinetes después de lavarlos, no se deben tocar con la mano desnuda, ya que esto puede ocasionar oxidación.
 - 1.6.4. Para el caso de cojinetes planos o chumaceras, la limpieza se realiza en la misma forma que el punto anterior, únicamente hay que limpiar la caja de aceite con gasolina blanca e instalar el anillo elevador de aceite en la tapa,

posicionándola para que no toque la contra de la chumacera durante la inserción de la misma.

- 1.6.5. Limpieza de colector, se debe realizar con un trapo húmedo con algún solvente derivado del petróleo y posteriormente cuando ya esté seco se debe revisar si no existen micas salidas, barras altas, desgastes desiguales o asperezas. Si se presentan algunos de estos problemas, se debe proceder a la sustitución del colector.
- 1.6.6. Limpieza de escobillas y porta escobillas. Con una brocha y gasolina blanca se debe limpiar cuidadosamente las porta-escobillas, posteriormente cuando ya estén secas se debe verificar si existen conexiones flojas, escobillas estrelladas o con un desgaste desigual, si es el caso se debe proceder a la sustitución de las mismas.
- 1.6.7. Armado de cojinetes, se debe tener la precaución en su montaje de que los cojinetes queden alineados a las tapas.
- 1.6.8. Instalación de tapas para chumaceras, se debe cubrir con aceite la superficie interior de la chumacera y el asiento de la misma en la flecha, alinear la tapa y el interior de la chumacera con la flecha para que ésta pase con un forzamiento mínimo y no dañar el metal de la chumacera. Llenar con el aceite apropiado e instalar la cubierta de inspección del anillo de lubricación.
- 1.6.9. Verificar el claro que existe entre el rotor y el estator (entrehierro), que es variable dependiendo del tamaño del motor.

2. Cojinetes.

- 2.1 Verificar temperatura.- Si hay una elevación de temperatura anormal es necesario parar la máquina e investigar la causa, los siguientes puntos pueden considerarse para localizar el problema:
 - 2.1.1. Pobre calidad de la grasa
 - 2.1.2. Llenado excesivo de grasa
 - 2.1.3. Llenado insuficiente de grasa
 - 2.1.4. Basuras mezcladas en la grasa
 - 2.1.5. Deflexión causada durante el montaje del cojinete o el ensamble de la máquina
 - 2.1.6. Tolerancia excesivamente pequeña

- 2.1.7. Grietas en los rodillos, bolas y pistas
 - 2.1.8. Exfoliación y picaduras
 - 2.1.9. Deformación de las pistas interior y exterior
 - 2.1.10. Acoplamiento inadecuado con la máquina de carga
 - 2.1.11. Balanceo defectuoso
 - 2.2.12. Elongación de la flecha debido a la temperatura
- 2.2. Ruido.- El método más simple de diagnosticar la calidad de los cojinetes es escuchar los ruidos que generan, se debe poner constante atención a los ruidos de los cojinetes para descubrir las anomalías en una etapa temprana. Una herramienta usada en el diagnóstico, es una barra estetoscopio especial con un resonador adaptado en un extremo, la cual se encuentra disponible en el mercado, sin embargo, un destornillador o una simple barra de metal puede ser suficiente para este propósito. Con un extremo de la barra tocando la cubierta del cojinete y el otro extremo tocando al oído se puede escuchar el sonido provocado por el cojinete. Si se usa una barra estetoscopio con un resonador, debe tenerse cuidado en determinar el nivel de ruido, porque éste es amplificado.

Los ruidos típicos de los cojinetes son:

- 2.2.1. Ruido normal.- Es un ruido continuo, metálico, claro y suave. El ruido de cojinete de bolas es fuerte y de alta frecuencia, mientras que el ruido de cojinete de rodillos está ocasionalmente acompañado de un ruido retumbante, el cual no es impedimento para la operación normal. La cantidad de grasa normal debe ser suministrada en los intervalos especificados.
- 2.2.2. Ruidos del retén.- Este ruido es causado por las bolas o rodillos que giran a lo largo del retén y en un ligero tintineo acompañado de un sonido metálico irregular que no tiene nada de relación con el número de revoluciones. En la mayoría de los casos, éste ruido es oído en cojinetes con tolerancia grande usado en máquinas de alta velocidad o aún en cojinetes con tolerancia ordinaria cuando las máquinas rotatorias son operadas después de haber sido dejadas fuera de servicio con los cojinetes ensamblados en ellas.
- 2.2.3. Ruido por carga.- Es un ruido agudo (rechinido), este ruido es causado por movimiento irregular de los rodillos en el rango sin carga que no tiene ninguna relación con el peso de la carga. Se sabe que este ruido está relacionado al espacio

del cojinete en la dirección radial y a la condición de la grasa de lubricación. El rechinado ocurre cuando la condición de la grasa de lubricación no es satisfactoria, es frecuentemente oído cuando una máquina ha quedado fuera de operación por largo tiempo, si el rechinado es serio y acompañado de vibración el cojinete debe ser reemplazado.

2.2.4. Ruido por imperfecciones.- Este ruido ocurre cuando hay una grieta o grietas en la superficie de los rodillos o bolas, y su frecuencia de ocurrencia es proporcional al número de revoluciones. Este ruido puede ser identificado ya que está acompañado de vibración durante la alta velocidad y la duración del ruido se hace más larga justo antes de que deje de girar. En algunos casos puede ser descubierto por el hecho de que el ruido es oído en una posición definida cuando el rotor es girado lenta y deliberadamente. Este cojinete debe ser reemplazado.

2.2.5. Ruido engañoso.- Es causado por basura existente entre la superficie de rodamiento y los rodillos o bolas. La magnitud del ruido varía irregularmente sin relación al número de revoluciones; se elimina, lavando y secando completamente el cojinete y rellenando de aceite o grasa lubricantes.

2.3. Evaluar vibraciones.- las causas de las vibraciones en los cojinetes son similares a las del punto anterior, por lo tanto habrá que valorarlas en forma conjunta.

2.4. Lubricar.- Como una guía acerca de la cantidad de grasa a inyectarse y la frecuencia del engrase, ver la siguiente tabla:

Método de Accionamiento	8h Diarias	16h Diarias	24h Diarias
Banda, cadena o engrane (1 800 rpm o menos)	120 días	60 días	30 días
Acoplamiento directo (1 800 rpm o menos)	180 días	120 días	60 días
Acoplamiento directo (3600 rpm)	120 días	60 días	30 días

Para la cantidad de grasa a inyectar:

Diámetro de la flecha en la tapa	Cantidad de grasa
Hasta 60,33 mm (2-3/8")	20,5 cm ³
De 60,33 mm a 76,2 mm (2 3/8" a 3")	32,8 cm ³
De 76,2 mm a 101,6 mm (3" a 4")	49,2 cm ³
De 101,6 mm a 127 mm (4" a 5")	65,5 cm ³

2.5. Cambio de Lubricante.- La lubricación de los cojinetes se puede efectuar de dos maneras diferentes: con grasa o con aceite.

Para efectuar el cambio de aceite, quitar el tapón macho del dren y el de la entrada de aceite hasta que no salga éste, colocar de nuevo el tapón macho del dren y llenar la caja hasta el nivel máximo.

En el caso de que el cojinete sea lubricado con grasa, para efectuar el cambio, quitar el tapón macho del dren y por la grasera introducir la grasa hasta que aparezca por el dren la grasa nueva. Operar el motor unos 10 minutos antes de colocar el tapón macho, para desalojar el exceso de grasa.

3. Porta escobillas.

3.1. Inspeccionar.- Se debe revisar que no existan conexiones flojas, fracturadas, con desgaste desigual; si existiera cualquier anomalía mencionada se debe reparar o sustituir.

3.2. Verificar escobillas.- Se debe realizar una inspección visual de las escobillas para detectar si existen fracturas, desgaste desigual o excesivo, si esto sucede deben ser sustituidas.

3.3. Verificar resortes.- Con un dinamómetro se debe medir la fuerza que ejercen los resortes sobre las escobillas, la adecuada es de 4,45 a 6,67 N (0,454 a 0,68 kg) Si esta fuerza es menor que 6,67 N (0,68 kg), es necesario reemplazarlos.

4. Rotor.

- 4.1. Limpieza.- Se debe realizar con un trapo húmedo en algún solvente derivado del petróleo no agresivo para el ambiente y posteriormente ya seco se procede a revisar si no existen láminas sueltas o conexiones desoldadas en el colector, así como revisar si existe desgaste en las pistas de los cojinetes en la flecha.
- 4.2. Balanceo.- Esta operación se debe realizar por parte de compañías especializadas, ya que se requiere un equipo muy sofisticado para llevarlo a cabo con precisión.
- 4.3. Inspeccionar colector.- Se debe revisar si no existen micas salidas, barras altas, desgastes desiguales y asperezas. Si se presentan algunos de estos problemas, se debe sustituir del colector.
- 4.4. Limpieza del colector.- Se debe realizar con un trapo húmedo en algún solvente derivado del petróleo que no sea agresivo al ambiente.

5. Estator.

- 5.1. Limpieza.- Se puede usar una tela humedecida, con un solvente derivado del petróleo que no escurra o gotee, para remover el aceite o grasa, el polvo o basura que se hallan acumulado en los devanados y terminaciones del estator. El uso de estos solventes implica el tomar precauciones en lo referente a inflamabilidad y posibles reacciones dañinas en la salud del personal.

Si se llegaran a presentar evidencias del movimiento del devanado y/o deterioro del barniz, es conveniente considerar una nueva impregnación del mismo.

- 5.2. Verificar resistencia de aislamientos.- La resistencia del aislamiento del devanado del estator puede ser medida con un instrumento tipo "Megger". El valor encontrado no debe ser menor que los kV (nominales) más uno, en Megaohms; por ejemplo un motor de 2300 V nominales, debe tener una resistencia de aislamiento mínima de $2,3 + 1 = 3,3$ Megaohms. Si la resistencia es menor que este valor, tiende a cero o es cero, el aislamiento falló y lo más probable es que el devanado se encuentre en corto, haciendo necesario el rebobinado del estator.

Esta operación es recomendable que se realice también en motores que han estado almacenados largo tiempo o que han sido

expuestos a humedad excesiva durante su traslado. Si el valor de la resistencia es menor que el permitido, se debe eliminar la humedad en la forma siguiente:

- 5.2.1. En caso de que el motor este equipado con calefactores de espacio, energizar éstos hasta que se obtenga una lectura constante de la resistencia de aislamiento.
- 5.2.2. Tapar completamente el motor con una cubierta de lona o material similar dejando un agujero en la parte superior para que escape la humedad. Insertar unidades calefactoras o lámparas para acelerar el proceso de secado.
- 5.2.3. Con el rotor bloqueado y con aproximadamente el 10% de la tensión nominal de placa, hacer pasar a través de los devanados del estator una corriente eléctrica. Esta corriente podrá ser gradualmente aumentada hasta que la temperatura del devanado del estator llegue a 363 K (90 °C), procurando no rebasar este valor; se debe mantener esta temperatura hasta que la resistencia del aislamiento se vuelva constante.

6. Instrumentación

- 6.1. Limpieza.- Con un trapo húmedo en agua proceder a la limpieza de las carátulas y con gasolina blanca limpiar las conexiones.
- 6.2. Calibración.- Dependiendo del fabricante de los equipos, éstos pueden ser calibrados en campo con un tornillo visible y de fácil acceso, o bien será necesario que se envíen a la planta para dicha calibración.

7. Enfriamiento

- 7.1. Limpieza del ventilador.- Con un trapo empapado con un solvente derivado del petróleo que no sea agresivo al ambiente, limpiar la superficie del ventilador.
- 7.2. Verificar el estado del ventilador.- Examinar visualmente el cuerpo del ventilador para determinar si existen fisuras o pérdida de álabes, lo que ocasionaría vibración adicional al motor, asimismo, debe revisarse el buje y el cuñero (si existe) para determinar si las tolerancias son las apropiadas. En cualquiera de estos casos éste debe ser reemplazado.

- 7.3. Limpieza de serpentín.- Se debe cuidar el aspecto de depósitos de sales y proceder a la limpieza según los procedimientos indicados por cada fabricante. En caso de que algún cambiador de calor sufra alguna obstrucción mayor, se debe desmontar y cambiar.
- 7.4. Limpieza del sistema de circulación.- Se deben revisar y limpiar los tubos o mangueras de conexión entre el motor y el serpentín, así como los sensores de temperatura de aire, si es que existen.
8. Acoplamiento.- Existen básicamente cuatro tipos de acoplamiento los cuales son:

- 8.1. Acoplamiento directo.- los motores directamente conectados pueden ser acoplados a la carga mecánica por medio de un cople flexible. La mitad del cople va montado sobre el motor, la otra mitad a la carga, y entre las dos mitades existe un medio flexible (normalmente neopreno).

Para este tipo de acoplamiento es esencial tener un alineamiento mecánico preciso para una operación satisfactoria del motor. En general este alineamiento se obtiene utilizando medidores de carátula y barras de verificación conectadas a la flecha del motor y a su carga.

- 8.2. Transmisión por bandas.- Para esta transmisión se debe montar el motor sobre unos rieles deslizantes o una base que permita un ajuste a la tensión de las bandas. Con el objeto de evitar esfuerzos indeseables en los rodamientos del motor y en las bandas, la selección de los componentes debe hacerse de común acuerdo con las recomendaciones del fabricante de bandas y motores.

Para alinear estas transmisiones se puede utilizar una regla metálica que proporcione el plano de las poleas y el ajuste fino se debe hacer con un calibrador de carátula para su alineación.

- 8.3. Transmisión por engranes.- El montaje del motor y la unidad accionada debe hacerse rígidamente para conservar la alineación. Es necesario obtener un engranaje preciso para evitar vibraciones excesivas; se recomienda montar el engrane motriz cerca del soporte de rodamiento y utilizar pernos de fijación en la base y cimentación del motor.

- 8.4. Transmisión por cadena.- Las características de esta transmisión son parecidas a las de las bandas antes descritas. El alineamiento se debe realizar en la misma forma que en las poleas de las bandas

y la tensión debe ajustarse lo suficiente para permitir una pequeña depresión en el lado flojo de la cadena.

E.02. Mantenimiento correctivo.- Para facilitar la operación del mantenimiento correctivo y dado que cada problema puede ser motivado por varias causas, se debe indicar la falla, la causa probable y la medida correctiva a cada caso.

a. El motor no arranca.

1. Revisar en el sistema de alimentación:

1.1. Por baja tensión, verificar con un voltímetro la alimentación del motor.

1.2. Caída de tensión, esta falla puede ser debida a variación antes y después del arranque en las terminales de salida del arrancador así como en las terminales del motor.

1.3. Circuito abierto o desbalanceo en la tensión, se debe a un conductor abierto, hay que proceder a su substitución o reparación de acuerdo al daño.

2. Por el arrancador, esto puede ser debido a:

2.1. Mala conexión, proceder a soldar o apretar a la conexión defectuosa, de acuerdo al motor.

2.2. Falso contacto, la corrección es la misma que en el caso anterior.

2.3. Cable roto o resistencia de arranque desbalanceada, medir la resistencia y proceder a sustituirla o llevarla al valor apropiado.

3. Del motor en sí:

3.1. Devanado del rotor o estator abierto, medir resistencia y corriente para definir la falla y embobinar el rotor, estator o ambos.

3.2. Mala conexión de devanado de estator o rotor, proceder a soldar o apretar según el caso.

3.3. Falla del rotor, en este caso hay que revisar las barras o las bobinas del rotor y proceder a cambiarlas.

- 3.4. Par de arranque bajo, ocasionado por motor de potencia menor a la requerida o resistencia dañada, substituir el motor por el apropiado o cambiar la resistencia.
- b. Tiempo de aceleración largo.- Cuando el motor emplea demasiado tiempo en alcanzar su velocidad de operación se debe a:
 1. Baja tensión, probablemente es ocasionada por conductor de calibre inferior al necesario, defecto en la transmisión de la compañía suministradora, se resuelve con la substitución del conductor o verificando los párrafos E.02.a.1. y E.02.a.2., de este capítulo
 2. Falla en el rotor, revisar la conexión entre las barras y anillos terminales o bien revisar el desbalanceo en las bobinas del rotor.
 3. Sobrecarga o par de arranque bajo, verificar las condiciones de carga y cambiar el motor por otro de mayor capacidad, si es necesario.
 - c. Ruido intenso.- Cuando el ruido es la falla se debe a:
 1. Longitud de entrehierro desbalanceada, ocasionada por el desgaste de los rodamientos, su reemplazo es lo indicado en este caso.
 2. El circuito del secundario desbalanceado, revisar la resistencia de las bobinas del rotor y sustituir las de ser necesario, o bien verificar el contacto de las escobillas con los anillos deslizantes.
 3. Partes flojas resonando, apretar tuercas y tornillos.
 4. Operación monofásica o tensión desbalanceada, causada por una falla en los circuitos de alimentación proceder a su reparación de acuerdo a los párrafos E.02.a.1. y E.02.a.2., de este capítulo.
 - d. Corriente de fase desbalanceada.
 1. Tensión desbalanceada, para resolverlo ver párrafo E.02.a.1. y E.02.a.2., de este capítulo.
 2. Operación monofásica, la corrección es igual al punto anterior.
 3. Circuito secundario desbalanceado, comprobar la resistencia de las bobinas del rotor y cambiarlas si es necesario: o revisar el contacto de los anillos deslizantes con las escobillas, cambiarlas si es necesario.
 - e. Dirección de giro equivocada.

1. Reconectar los cables de alimentación intercambiando las terminales del arrancador.
- f. Sobrecalentamiento del motor.- Esto es ocasionado por:
1. Carga en exceso. Reducir la carga hasta el valor nominal.
 2. Incremento de corriente debido a caída de tensión. Verificar la caída de tensión por falla en la alimentación, repararlo de acuerdo con el párrafo E.02.a.1. y E.02.a.2 de este capítulo. Otra causa probable es el aumento en la carga mecánica, disminuirla hasta el valor nominal.
 3. Sobreexcitación del material ferromagnético debido a la alta tensión. Revisar la tensión y disminuirla.
 4. Fase averiada o falso contacto. Cambiar los fusibles o elementos térmicos dañados.
 5. Corto circuito o devanados aterrizados. Medir resistencia y corriente proceder al embobinado del rotor o estator según el tipo de motor, para este trabajo no se debe utilizar el soplete en ningún caso.
 6. Contacto del núcleo del rotor con el estator. La causa de esta falla puede ser pandeo de flecha o cojinetes dañados. La reparación en ambos casos debe ser la sustitución de las piezas.
 7. Bloqueo de las trayectorias del aire o agua, debido a acumulación de polvo o sarro en los ductos de ventilación.
- g. Sobrecalentamiento de rodamientos.- Es una de las fallas más comunes que se presentan en los motores y es causada por:
1. Exceso de tensión en las bandas, reducir la tensión en las bandas de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.
 2. Mal embrague de los engranes, efectuar el alineamiento correspondiente.
 3. Mal alineado, realizar el alineamiento correspondiente.
 4. Vibración excesiva, verificar balance de flecha, proceder a su balanceo o a su sustitución; revisar el acoplamiento, realizar apriete de tuercas y tornillos así como su alineamiento: revisar el estado de los baleros y reemplazarlos si así lo requiere el estado de los mismos.

5. Mala instalación, reparar la cimentación existente de acuerdo al tamaño del motor y a la carga que va a soportar.
 6. Flecha pandeada, determinar el grado de deformación para ver la posibilidad de su reparación o si es necesario sustituirla.
 7. Cojinete defectuoso, cambiar por uno nuevo.
 8. Envejecimiento de la grasa en el equipo, sustituirla de acuerdo con el programa de engrasado para cada equipo. Si las cualidades de la grasa se deterioran más rápidamente que lo programado modificar éste de acuerdo a las necesidades de operación, o revisar la calidad de la grasa utilizada.
 9. Cantidad inadecuada de grasa. Coloque grasa en el cojinete a razón de 40-50% de la anterior y aumente la cantidad hasta encontrar la adecuada.
 10. Transmisión térmica de otro punto, proveer el aislamiento térmico adecuado a las condiciones de operación.
- h. Vibración.
1. Desbalanceo de flecha, verificar el estado en que se encuentra para valorar su reparación o en función de los años decidir su cambio.
 2. Falla en la cimentación, reforzar la cimentación de acuerdo al peso de los motores y a la carga que va a soportar de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.
 3. Falla en el alineamiento, realizar el alineamiento correspondiente al acoplamiento de que se trate.
 4. Desbalanceo del acoplamiento, proceder a apretar tuercas y tornillos, si persiste la vibración balancear el acoplamiento.
 5. Carga irregular, procurar que la carga mecánica sea lo más balanceada posible.
 6. Operación monofásica o desbalanceo en la tensión, investigar la causa de la ruptura en el interruptor o en el arrancador y proceder a la sustitución de los elementos fusibles o térmicos.
 7. Bobina del rotor dañada o mal contacto de la escobilla, verificar la resistencia de las bobinas del rotor y si se encuentra abierta proceder a

su embobinado, o si se trata del contacto de la escobilla ajustarla de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

- i. Dicho lo anterior, una vez detectada(s) la (s) falla (s), se debe corregir el defecto apropiadamente, reparando o sustituyendo por una nueva la (s) pieza (s) o cambiando el motor completo, lo que resulte más económico.

F. ALCANCES, UNIDADES DE MEDIDA, CRITERIOS PARA CUANTIFICAR Y BASE DE PAGO.

- F.01. () Desmontaje y traslado de motor.- El costo directo incluye: la señalización necesaria para la delimitación del área de trabajo, los materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra especializada para la desconexión y desacoplamiento del motor, el acarreo libre horizontal y/o vertical, carga y descarga; retiro del material sobrante y desperdicios al sitio que determine la supervisión, retiro de la señalización y la limpieza del área de trabajo; el equipo de seguridad de los trabajadores; el equipo, vehículo y la herramienta necesarios para la realización correcta del trabajo.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se deben contar los motores desmantelados y su transporte hasta el sitio especificado, dentro de las líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se deben estimar una vez que se encuentren terminados los trabajos de desmontaje y traslado de motores aprobados por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

- () Desmontaje y traslado de motor (según características). \$/pza.

En este alcance se puede incluir el acarreo total del motor, en caso necesario ver en el capítulo 3.01.01.011 "Acarreo de materiales en vehículo", el alcance de acarreo para kilómetros subsecuentes.

- F.02. () Diagnóstico de falla en motores eléctricos.- El costo directo incluye: la señalización para delimitar el área de trabajo los materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra especializada para el desarrollo de la revisión y el diagnóstico de falla por escrito, la mano de obra para el acarreo libre horizontal y/o vertical; retiro del material

sobrante, desperdicios y la señalización al sitio que determine la supervisión y la limpieza del área de trabajo; el equipo de seguridad de los trabajadores; el equipo y la herramienta necesarios para la ejecución correcta del trabajo.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se deben contar los motores revisados y diagnosticados, dentro de las líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se deben estimar una vez que se encuentren terminados los trabajos de revisión y diagnóstico de motores, aprobados por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

() Diagnóstico de falla en motores eléctricos

() Diagnostico de falla para motores eléctricos (según tamaño y características. \$/pza.

F.03. () Limpieza general y/o pintura de motor.- El costo directo incluye: la señalización necesaria para la delimitación del área de trabajo la pintura y solvente en su caso, los materiales de consumo menor puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra especializada para la limpieza, el sopleteado, aplicación de pintura, acarreo libre horizontal y/o vertical; retiro del material sobrante, desperdicios y la señalización al sitio que determine la supervisión y la limpieza del área de trabajo; el equipo de seguridad de los trabajadores; el equipo y la herramienta necesarios para realizar el trabajo de manera correcta.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se deben contar los motores limpiados y/o pintados, dentro de las líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se deben estimar una vez que se encuentren terminados los trabajos de limpieza general y/o aplicación de pintura a los motores, aprobados por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

() Limpieza general y/o pintura de motor

() Servicio de limpieza general de motores

(según tamaños y características). \$/pza.

() Servicio de limpieza general y pintura de motores
(según tamaño y características). \$/pza.

F.04. () Servicio y limpieza de partes del motor.- El costo directo incluye: la señalización para la delimitación del área de trabajo, la grasa, aceite, lija y los materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra para el acarreo libre horizontal y/o vertical, la mano de obra especializada para el desarmado y armado del motor, la limpieza y engrasado; retiro del material sobrante, la señalización y desperdicios al sitio que determine la supervisión y la limpieza del área de trabajo; el equipo de seguridad de los trabajadores; el equipo y la herramienta necesarios para la ejecución correcta del trabajo.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se deben contar las partes a las que se les dio servicio, según sus características, dentro de las líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se deben estimar una vez que se encuentren terminados los trabajos de servicio según características, aprobadas por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

() Servicio y limpieza de partes de motor

() Engrasado y/o aceitado. \$/pza.

() Limpieza de rotor de motor de baja o alta tensión. \$/pza.

() Limpieza y preparación del estator de baja tensión. \$/pza.

() Limpieza de devanado en motores de alta tensión. \$/pza.

F.05. () Suministro e instalación de partes en motores eléctricos.- El costo directo incluye: la señalización para delimitar el área de trabajo, el suministro de la pieza de que se trate, y los materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios la mano de obra para el acarreo libre horizontal y/o vertical; la mano de obra especializada para el desmontaje y montaje de las

partes; retiro del material sobrante, señalamientos y desperdicios al sitio que determine la supervisión y la limpieza del área de trabajo; el equipo de seguridad de los trabajadores; el equipo y la herramienta necesarios para la ejecución correcta del trabajo.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se deben contar las piezas instaladas según características revisadas, dentro de las líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se deben estimar una vez que se encuentren terminados los trabajos de revisión de las partes de los motores eléctricos, aprobados por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

- () Suministro e instalación de partes en motores eléctricos
- () Suministro e instalación de balero superior. \$/pza.
- () Suministro e instalación de balero inferior. \$/pza.
- () Suministro e instalación de cople. \$/pza.
- () Suministro e instalación de instrumentos. \$/pza.

F.06. () Reparación de partes de motores eléctricos.- El costo directo incluye: la señalización para delimitar el área de trabajo, los materiales para la reparación del motor y los de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra para el acarreo libre horizontal y/o vertical, la mano de obra especializada para el desmontaje, montaje y reparación y la rectificación, retiro del material sobrante, la señalización y los desperdicios al sitio que determine la supervisión y la limpieza del área de trabajo; el equipo de seguridad de los trabajadores; el equipo y la herramienta necesarios para la ejecución correcta del trabajo.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se deben contar las piezas reparadas, dentro de las líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se deben estimar una vez que se encuentren terminados los trabajos de reparación de las partes del motor, aprobados por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

() Reparación de partes de motores eléctricos

() Metalizado de flecha superior o inferior. \$/pza.

() Encasquillado de tapa superior o inferior. \$/pza.

F.07. () Embobinado de motores.- El costo directo incluye: la señalización del área de trabajo, bobinas preformadas, aislamiento, soldadura y materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra para el acarreo libre horizontal y/o vertical, la mano de obra especializada para el desmontaje y montaje, soldadura y conexiones, retiro del material sobrante, los señalamientos y los desperdicios al sitio que determine la supervisión y la limpieza del área de trabajo; el equipo de seguridad de los trabajadores; el equipo y la herramienta necesarios para la ejecución correcta del trabajo.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se deben contar los motores embobinados según características y fuentes de alimentación revisadas, dentro de las líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se deben estimar una vez que se encuentren terminados los trabajos de embobinado de los motores según características, aprobadas por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

() Embobinado de motores

() Embobinado de motores eléctricos en alta tensión. \$/pza.

() Embobinado de rotor eléctrico en alta tensión. \$/pza.

() Desplegado de bobinas para motores eléctricos. \$/pza.

F.08. () Balanceo dinámico de rotor.- El costo directo incluye: la señalización para la delimitación del área de trabajo, los materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra para el acarreo libre horizontal y/o vertical, la mano de obra especializada para el montaje y alineación del rotor en la balanceadora; retiro del material sobrante la señalización y desperdicios al sitio que determine la supervisión y la limpieza del área de trabajo; el equipo de seguridad de los trabajadores; el equipo y la herramienta necesarios para la ejecución correcta del trabajo.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se deben contar las piezas balanceadas según tamaño y características, dentro de las líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se deben estimar una vez que se encuentren terminados los trabajos de balanceo de rotores según tamaño y características, aprobados por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

() Balanceo dinámico de rotor. \$/pza.

F.09. () Prueba final del motor.- El costo directo incluye: la señalización para delimitar el área de trabajo, la resistencia de aislamiento, los materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra para el acarreo libre horizontal y/o vertical, la mano de obra especializada para el desmontaje y montaje en los diferentes equipos y pruebas de funcionamiento; retiro del material sobrante, señalamientos y desperdicios, al sitio que determine la supervisión y la limpieza del área de trabajo; el equipo de seguridad de los trabajadores; el equipo y la herramienta necesarios para la ejecución correcta del trabajo.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se deben contar los motores probados según tamaño y características, dentro de las líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se deben estimar una vez que se encuentren terminados los trabajos de prueba de motores según tamaño y características, aprobados por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

() Prueba final del motor.

\$/pza.

LIBRO	08	CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE OBRAS Y EQUIPOS
PARTE	02	OBRA ELECTROMECAÁNICA
SECCIÓN	01	ELÉCTRICA
CAPÍTULO	008	SEÑALES LUMINOSAS PARA CONTROL DE TRÁNSITO

A. DEFINICIÓN, CLASIFICACIÓN Y OBJETO

A.01. Conjunto de actividades y trabajos que deben ejecutarse rutinaria y ocasionalmente para detectar, prevenir y corregir daños en las señales luminosas de tránsito y obtener que se encuentre en óptimas condiciones de funcionamiento.

A.02. El mantenimiento de las señales luminosas de tránsito se clasifica en:

- a. Mantenimiento preventivo.- Conjunto de actividades y trabajos que deben ejecutarse rutinariamente y de acuerdo a un programa, para prevenir y/o detectar oportunamente los daños que pudieran presentarse en el sistema de señales luminosas de tránsito.
- b. Mantenimiento correctivo.- Conjunto de trabajos que deben ejecutarse para reparar o corregir las fallas que se presenten en el sistema de señales luminosas de tránsito. Por la gravedad de la falla y los trastornos que ocasione en el tránsito, el mantenimiento correctivo puede llegar a ser de emergencia.
- c. Mantenimiento de emergencia.- Trabajos que deben ejecutarse inmediatamente después de presentarse la falla, para evitar trastornos a los conductores de vehículos que transitan en las vialidades.

A.03. El objeto del presente capítulo es el de establecer las actividades y conceptos de trabajo que permitan mantener en condiciones de operación a las señales luminosas para el control de tránsito.

B. REFERENCIAS EN OTRAS NORMAS DE CONCEPTOS RELACIONADOS

B.01. El presente capítulo tiene relación con la normatividad siguiente:

CONCEPTO	CAPÍTULO	DEPENDENCIA
Construcción de sistemas de canalización	3.01.01.034	G.D.F.
Registros en los sistemas de canalización subterránea	3.01.01.035	G.D.F.
Instalación y conexión de cables, y accesorios de alumbrado público	3.01.01.036	G.D.F.
Señales impresas de vialidad	3.01.01.037	G.D.F.
Mobiliario urbano y señalización	8.01.01.009	G.D.F.
Generalidades	8.02.01.001	G.D.F.
Alumbrado público	8.02.01.002	G.D.F.
Manual de Dispositivos para el Control de Tránsito en Zonas Urbanas y Suburbanas		G.D.F. SETRAVI

C. MATERIALES CONSTITUTIVOS DEL CONCEPTO.

C.01. Los materiales para el mantenimiento de Señales Luminosas para el Control de Tránsito deben cumplir con lo especificado en el proyecto en cada caso y/o lo que en el caso particular se requieran, deben cumplir con los requisitos de calidad establecidos en las normas oficiales mexicanas NOM, en las normas mexicanas NMX o lo que sea ordenado por la Residencia de Obra a través de la supervisión.

De no estar precisado en el proyecto u orden respectiva, se debe atender lo establecido en las especificaciones del área correspondiente y de no tenerse previsto en éstas, se debe atender lo establecido en el Libro 4 sobre calidad de materiales de las Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal, tomando como referencia los capítulos anotados enunciativa y no limitativamente en la cláusula B de Referencias.

En su aplicación, debe tomarse en cuenta que lo previsto en las especificaciones del proyecto tienen prioridad sobre las especificaciones correspondientes y éstas a su vez prevalecen sobre las normas citadas.

E. REQUISITOS DE EJECUCIÓN

- E.01. Para programar la ejecución del mantenimiento de semáforos deben agruparse éstos por zonas definidas y que de preferencia, accionen con el mismo tipo de control.
- E.02. Debe llevarse un registro donde se anoten las fechas de realización de cada una de las acciones de mantenimiento; sea preventivo o correctivo a las partes que componen el sistema de semáforos, (ver fichas 1 y 2).
- E.03. Previamente a la ejecución de cualquier trabajo, colocar los avisos, señalamientos y protecciones que sean necesarios para evitar accidentes y molestias a los usuarios de la vía pública y de preferencia se deben ejecutar en las horas de menor tráfico.
- E.04. Para efectuar el mantenimiento preventivo se debe establecer un programa de inspección y acciones a ejecutar, que comprendan:
- a. Revisión de acometidas.
 - b. Revisión de cables de control.
 - c. Limpieza, ajuste y reposición de los componentes, los controles eléctricos y semáforos.
 - d. Limpieza y reposición de lámparas.
 - e. Limpieza o pintado de postes y herrajes.
 - f. Revisión de registros, ductos y canalizaciones.
 - g. Revisión de equipos electrónicos, en laboratorio.
- E.05. El personal de la dependencia, unidad administrativa, órgano desconcentrado, delegación o entidad debe revisar una vez por semestre, las acometidas con las líneas de distribución pública, en sus partes de mufa, empalme y aislamientos; si se observase algún desperfecto en la mufa o en las partes anteriores a ésta, debe reportarse, para que la Residencia de Obra solicite el mantenimiento correctivo a la empresa que proporciona el servicio y en el caso de ser aéreas, cambiarlas a subterráneas, si así lo determina el proyecto o la orden respectiva.

- E.06. Mensualmente se debe revisar la continuidad de los cables de control, a la entrada y salida del sistema de semáforos a que pertenezcan, en caso de presentarse alguna falla se debe reportar a la Residencia de Obra, para que le ordene a la supervisión su corrección respectiva.
- E.07. La limpieza de los controles y semáforos debe efectuarse cada dos y seis meses respectivamente; si son de tipo electrónico debe limpiarse mediante aspiradora y en el caso de controles electromecánicos deben reajustarse los platinos y eliminar el carbón existente, lavando los platinos y el resto del mecanismo con tetracloruro. Lubricar las partes mecánicas del control.
En los controles electrónicos verificar la continuidad de circuitos a través de las tarjetas correspondientes; si se detecta falla, reemplazar la tarjeta dañada.
- E.08. Los lentes, reflectores y lámparas deben lavarse con detergente biodegradable y agua por lo menos una vez cada seis meses y cada vez que se repongan las lámparas; sin embargo, una frecuencia mayor de la limpieza dependerá de la zona donde se encuentren instalados los semáforos.
- Evitar el uso de materiales abrasivos en la limpieza de los reflectores.
- Al finalizar la operación de lavado verificar el sellado de la caja del semáforo.
- E.09. Establecer programas de cambios de lámparas y reflectores, de acuerdo a la vida útil de éstos y los lentes se deben cambiar cada seis meses.
- E.10. Limpieza de partes, brazos, bases y semáforos; lavar con agua, trapo limpio y cepillo de raíz. Si tiene adheridos papeles de propaganda, debe desempapelarse con espátula y agua; puede emplearse algún solvente para facilitar la remoción. Esta operación debe efectuarse dos veces al año.
- E.11. Los postes, brazos, bases, semáforos y cajas metálicas deben pintarse cada dos años. Previamente deben lavarse como se indicó en el inciso anterior y remover mediante lija y cepillo la pintura suelta y las partes que muestren oxidación. La pintura debe ser del tipo esmalte alquidálico, del color y espesor que determine la Residencia de Obra a través de la supervisión.
- E.12. Al efectuarse las labores de limpieza se debe verificar la orientación de los semáforos, así como ajustar y reponer en caso necesario las viseras y los elementos de fijación de los semáforos a postes y ménsulas.

- E.13. Para efectuar el mantenimiento preventivo y correctivo de ductos, registros y cimientos de postes, proceder según lo indicado en el capítulo 8.02.01.002 Alumbrado Público de este Libro 8 tomo III.
- E.14. Dentro de las acciones de mantenimiento correctivo se tienen:
- a. Reconstrucción de cimentaciones para postes de semáforos, que deben efectuarse cuando el nivel del pavimento se eleve o baje más de cinco centímetros o cuando se destruya parcial o totalmente.
 - b. Los postes, ménsulas y unidades de servicio múltiple y sus herrajes, deben ser cambiados y/o ajustados cuando se presenten desperfectos por el uso, accidente o vandalismo.
 - c. Los cables de luces y de control, deben repararse o reemplazarse, cuando presenten deterioros por las condiciones del tiempo o por daños de roedores u otras causas.
 - d. Cuando se modifiquen las secciones geométricas de una intersección vial, deben ajustarse los semáforos y modificarse la programación de sus fases de acuerdo a las nuevas condiciones de circulación vehicular y peatonal.
 - e. Las lámparas que se fundan deben cambiarse lo más pronto posible.
 - f. Cuando fallen los controles electrónicos, proceder a revisar y ajustar su potencial de operación, tiempo del ciclo y su programación.
- E.15. Cuando se presenten fallas o daños en los controles electromecánicos, deben ser sustituidos por controles de tipo electrónicos.
- E.16. Al reponer las tapas de concreto de los registros, verificar que éstas tengan un espesor mínimo y constante de 6 cm, si se localizan en áreas peatonales o de 8 cm, si tienen que soportar el paso de vehículos.
- E.17. El mantenimiento de emergencia debe proporcionarse en forma inmediata a la presentación de la falla y consiste principalmente en el arreglo de la falta de continuidad de los cables de luces y control, reposición de focos fundidos;

cuando sean derribados y/o destruidos los controles y gabinetes, sustituir las partes dañadas hasta dejar en operación normal la intersección controlada por dichos dispositivos (ver Ficha 2).

F. ALCANCES, UNIDADES DE MEDIDA, CRITERIOS PARA CUANTIFICAR Y BASE DE PAGO

F.01. () Revisión, limpieza y ajuste de semáforos, postes, ménsulas, gabinetes y bases.- El costo directo incluye; la señalización correspondiente para delimitar el área de trabajo, la parte proporcional de los costos de los andamios, escaleras o vehículo con canastilla para hombre en caso de requerirse, el suministro de estopa, trapo, detergente, cepillo de raíz, agua y materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra para el acarreo libre horizontal y/o vertical, la mano de obra especializada para la revisión, reparación, reposición de piezas dañadas, lavado y ajuste de las piezas de fijación y pruebas de funcionamiento; retiro del material sobrante, señalamientos, escaleras, andamios y desperdicios al sitio que determine la supervisión y la limpieza; el equipo de seguridad de los trabajadores; el equipo y la herramienta necesarios para la ejecución correcta de los trabajos.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se deben contar las piezas revisadas y lavadas, dentro de las líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se deben estimar una vez que se encuentren terminados los trabajos de lavado y revisión de piezas, aprobados por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

- () Revisión, limpieza y ajuste de semáforos, postes, ménsulas, gabinetes y bases
- () Limpieza de semáforos incluyendo: lentes, reflectores y lámparas de una a cuatro. \$/pza
- () Limpieza de poste y ménsula, metálicos de diferentes alturas y diámetros. \$/pza
- () Limpieza de base metálica. \$/pza
- () Limpieza de gabinetes para control. \$/pza

F.02. () Limpieza, revisión y ajuste de control.- El costo directo incluye: la señalización correspondiente para delimitar el área de trabajo, el material de limpieza, aceite para lubricación y materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra especializada para efectuar la limpieza del control electrónico, revisión de tarjetas, ajuste y limpieza, lubricación en controles electromecánicos, pruebas, retiro del material sobrante, la señalización y los desperdicios al sitio que determine la supervisión y la limpieza del área de trabajo; el equipo de seguridad de los trabajadores; el equipo y la herramienta necesarios para la ejecución correcta del trabajo.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se deben contar los controles limpiados y ajustados, dentro de las líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se deben estimar una vez que se encuentren terminados los trabajos de limpieza y ajuste de controles, aprobados por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

() Limpieza, revisión y ajuste de control

() Limpieza y ajuste de control electrónico. \$/pza

() Limpieza, ajuste y lubricación de control electromecánico. \$/pza

F.03. () Pintura de poste, base, ménsula, gabinete, semáforo y herrajes.- El costo directo incluye: la señalización correspondiente para delimitar el área de trabajo, escalera, vehículo con canastilla para hombre o la parte proporcional de andamios en caso de requerirse, el suministro de la pintura alquidámica, solvente, lija y materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra para el acarreo libre horizontal y/o vertical, la mano de obra para la preparación de la superficie, lijado, aplicación de la pintura y limpieza; retiro del material sobrante, señalamientos, escaleras o andamios según el caso y desperdicios al sitio que determine la supervisión y la limpieza del área de trabajo; el equipo y la herramienta necesarios para la ejecución correcta del trabajo.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se deben contar los postes, ménsulas y herrajes pintados, dentro de las líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se deben estimar una vez que se encuentren terminados los trabajos de aplicación de pintura en postes, ménsulas y herrajes, aprobados por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

- () Pintura de poste, base ménsula, gabinete, semáforo y herrajes
- () Pintura de esmalte en base metálica. \$/pza
- () Pintura de esmalte en postes y ménsulas de diferentes diámetros y longitudes. \$/pza
- () Pintura de esmalte de gabinetes para control. \$/pza.
- () Pintura de esmalte en semáforo. \$/pza.

F.04. () Revisión y verificación de semáforo.- El costo directo incluye: los señalamientos para delimitar el área de trabajo, vehículo con canastilla o la parte proporcional del costo de los andamios en caso de requerirse; el suministro de materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra especializada para verificar el funcionamiento, revisar acometida, lámparas, el estado que guarda el gabinete, lectura de tensiones, revisar el funcionamiento del control, cerciorarse que dentro del gabinete esté la información que contiene la programación, revisión del cableado, de la obra civil y postes, pruebas, elaboración del reporte; retiro del material sobrante, señalamientos, andamios y desperdicios al sitio que determine la supervisión y la limpieza del área de trabajo; el equipo de seguridad de los trabajadores; el equipo y la herramienta necesarios para la ejecución correcta del trabajo.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se deben contar los dispositivos revisados, dentro de las líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se deben estimar una vez que se encuentren terminados los trabajos de revisión de los dispositivos, aprobados por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

- () Revisión y verificación de semáforo

() Revisión de: cimiento, registro, ménsula, gabinete de control, cableado, poste, funcionamiento de control, semáforo, acometida y ducto. \$/pza.

() Lectura de tensiones \$/pza.

F.05. () Reposición de diversos dispositivos.- El costo directo incluye: la señalización para delimitar el área de trabajo, el vehículo con canastilla, escalera la parte proporcional de los andamios en caso de requerirse el suministro del dispositivo y materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra para el acarreo libre horizontal y/o vertical, la mano de obra especializada para la remoción del dispositivo dañado, colocación del dispositivo nuevo, pruebas; retiro del material sobrante, señalamientos, andamios, la escalera y desperdicios al sitio que determine la supervisión y la limpieza del área de trabajo; el equipo de seguridad de los trabajadores; el equipo y la herramienta necesarios para la ejecución correcta del trabajo.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se deben contar los dispositivos repuestos, dentro de las líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se deben estimar una vez que se encuentren terminados los trabajos de reposición de dispositivos, aprobados por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

() Reposición de diversos dispositivos

() Reposición de lámpara. \$/pza.

() Reposición de lente. \$/pza.

() Reposición de reflector. \$/pza.

() Reposición de portalámpara. \$/pza.

() Reposición de visera. \$/pza.

() Reposición de unidad completa \$/pza.

F.06. () Reposición de conductor eléctrico.- El costo directo incluye: la señalización para delimitar el área de trabajo, la parte proporcional del costo de los andamios en caso de requerirse, escalera; el suministro del cable, cinta de aislar y materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra para el acarreo libre horizontal y/o, vertical, la mano de obra especializada para la desconexión y corte, extracción del conductor dañado, colocación del nuevo conductor, empalmado, encintado y conexión, pruebas; retiro del material sobrante, la señalización, la escalera, los andamios y los desperdicios al sitio que determine la supervisión y la limpieza del área de trabajo; el equipo de seguridad de los trabajadores; el equipo y la herramienta necesarios para la ejecución correcta del trabajo.

La unidad de medida es el metro con dos decimales de aproximación.

Para efectos de cuantificar, se debe medir la longitud de conductor eléctrico, según líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se deben estimar una vez que se encuentren terminados los trabajos de reposición de conductor eléctrico, aprobados por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

() Reposición de conductor eléctrico de diversos calibres. \$/m

F.07. () Reposición de cimientos para poste.- El costo directo incluye: los señalamientos para delimitar el área de trabajo, el suministro del cemento prefabricado o elaborado en obra y materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra para el acarreo libre, para la extracción del cemento dañado, presentación del cemento nuevo o colado del mismo, nivelación, plomeo y fijación; retiro del material sobrante, la señalización y desperdicios al sitio que determine la supervisión y la limpieza del área de trabajo; el equipo de seguridad de los trabajadores; el equipo y la herramienta necesarios para la ejecución correcta del trabajo.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se deben contar los cimientos repuestos, dentro de las líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se deben estimar una vez que se encuentren terminados los trabajos de reposición de cimientos aprobados por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

- () Reposición de cimientto para poste
- () Reposición de cimientto de concreto para poste tipo ménsula. \$/pza.
- () Reposición de cimientto de concreto para controlador local tipo electrónico. \$/pza.
- () Reposición de cimientto de concreto para poste de usos múltiples, diversos tipos. \$/pza.

F.08. () Reposición de registro prefabricado y/o tapa de registro.- El costo directo incluye: los señalamientos para delimitar el área de trabajo, el suministro del registro y/o tapa en su caso y materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra para el acarreo libre, para la extracción de registro y/o la tapa, la presentación del registro y/o tapa nuevos, nivelación, fijación, colocación de tapa; retiro del material sobrante, la señalización y desperdicios al sitio que determine la supervisión y la limpieza del área de trabajo; el equipo de seguridad de los trabajadores; el equipo y la herramienta necesarios para la ejecución correcta del trabajo.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se deben contar los registros y tapas repuestos, dentro de las líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se deben estimar una vez que se encuentren terminados los trabajos de reposición de registros y tapas, aprobados por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

- () Reposición de registro prefabricado y/o tapa de registro
- () Reposición de registro, de diversos tamaños con o sin tapa \$/pza.
- () Reposición de tapa. \$/pza.

F.09. () Reposición de ducto.- El costo directo incluye: la señalización correspondiente para delimitar el área de trabajo, el suministro del ducto y materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y

desperdicios; la mano de obra para el acarreo libre horizontal y/o vertical, para el retiro del ducto dañado, presentación del ducto nuevo, alineación, junteo; retiro del material sobrante, la señalización y los desperdicios al sitio que determine la supervisión y la limpieza del área de trabajo; el equipo de seguridad de los trabajadores; el equipo y la herramienta necesarios para la ejecución correcta del trabajo.

La unidad de medida es el metro, con dos decimales de aproximación.

Para efectos de cuantificar, se debe medir la longitud de ducto repuesto, dentro de las líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efectos de pago, se deben estimar una vez que se encuentren terminados los trabajos de reposición de ducto, aprobados por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

() Reposición de ducto en diversos materiales y diámetros. \$/m

Mantenimiento preventivo a semáforos.

FICHA 1

Parte	Clave	Actividad	Frecuencia (meses)
Cabezas de semáforos	1	Limpieza	6
	2	Pintura	24
	3	Cristales	6
	4	Viseras	6
	5	Focos	6
	6	Herrajes	6
Controlador	1	Limpieza	2
	2	Pintura	24
	3	Programación	2
	4	Revisión	1
	5	Cableado	
	5.1 5.2	Revisión de partes En sitio En laboratorio	1 cuando se requiera
Obra Civil	1	Tapas de registro	2
	2	Revisión de Cimientos	2
	3	Canalización (ductos)	2
	4	Cables eléctricos	6
	5	Postes verticales	6
	6	Ménsulas	6

Reporte diario de fallas de emergencia y reparaciones

FICHA 2

Fecha: _____

Ubicación	Reportó:		Tipo de falla	Reparación asignada a:	Actividad realizada	Hora de reparación	Observaciones
	Nombre	Hora					

LIBRO	8	CONSTRUCCIÓN E INSTALACIONES
PARTE	02	OBRA CIVIL.
SECCIÓN	01	ELÉCTRICA
CAPÍTULO	009	LIMPIEZA Y PINTURA DE GABINETES DE LUMINARIAS

A. DEFINICIÓN, CLASIFICACIÓN Y OBJETO

A.01. Conjunto de actividades y trabajos que deben ejecutarse rutinaria y ocasionalmente para detectar, prevenir y corregir daños en los gabinetes y luminarias y así lograr que se encuentren en óptimas condiciones de funcionamiento.

A.02. El mantenimiento de los gabinetes y luminarias se clasifica en:

- a. Mantenimiento preventivo.- Conjunto de actividades y trabajos que deben ejecutarse rutinariamente y de acuerdo a un programa, para prevenir y/o detectar oportunamente los daños que pudieran presentarse en gabinetes y luminarias
- b. Mantenimiento correctivo.- Conjunto de trabajos que deben ejecutarse para reparar o corregir las fallas que se presenten en los gabinetes y en las luminarias, mediante limpieza y aplicación de pintura, para evitar su corrosión y conservar el nivel apropiado de iluminación. Por la gravedad de la falla y los trastornos que se ocasionen, el mantenimiento correctivo puede llegar a ser de emergencia.
- c. Mantenimiento de emergencia.- Trabajos que deben ejecutarse inmediatamente después de presentarse la falla, para evitar trastornos a los usuarios.

A.03. El objeto del presente capítulo es el de establecer las actividades mínimas necesarias para proporcionar el mantenimiento preventivo o correctivo de los gabinetes y luminarias en las vialidades y en las instalaciones a cargo del Gobierno del Distrito Federal

B. REFERENCIAS EN OTRAS NORMAS DE CONCEPTOS RELACIONADOS

B.01. El presente capítulo tiene relación con la normatividad siguiente:

CONCEPTOS	CAPÍTULO DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Generalidades	3.01.01.001	G.D.F.
Instalación de unidades de iluminación	3.01.02.033	G.D.F.
Aplicación de pinturas, lacas y barnices	3.01.02.048	G.D.F.
Cajas y gabinetes para usos eléctricos	4.01.02.018	G.D.F.
Pintura anticorrosiva	4.01.02.028	G.D.F.
Equipo de alumbrado y contactos para instalaciones eléctricas	NTPIE.Sec. 401	SECOFI
Generalidades	8.02.01.001	G.D.F.
Alumbrado público	8.02.01.002	G.D.F.
Instalaciones eléctricas en plantas industriales.	8.02.01.004	G.D.F.

C. MATERIALES CONSTITUTIVOS DEL CONCEPTO.

C.01. Los materiales necesarios para la limpieza y pintado de gabinetes de luminarias, o los que en el caso particular se requieran, deben cumplir con lo que especifique el proyecto en cada caso, de acuerdo con los requisitos de calidad establecidos en el proyecto, en las normas oficiales mexicanas NOM, en las normas mexicanas NMX y lo que sea ordenado por la supervisión.

De no estar precisado en el proyecto u orden respectiva, se debe atender lo establecido en las especificaciones del área correspondiente y de no tenerse previsto en éstas, se debe atender lo establecido en el Libro 4 sobre calidad de materiales de las Normas de Construcción de la Administración Pública del

Distrito Federal, tomando como referencia los capítulos anotados enunciativa y no limitativamente en la cláusula B de Referencias de este capítulo.

En su aplicación debe tomarse en cuenta que lo previsto en las especificaciones del proyecto tienen prioridad sobre las especificaciones generales y éstas a su vez prevalecen sobre las normas citadas.

E. REQUISITOS DE EJECUCIÓN

- E.01. Se debe desarmar el gabinete separando de éste su difusor, enchufe hembra, o macho, reactor (balastro) y alambreado, con el fin de que éstos no interfieran en el aseo y pintura del mismo.
- E.02. Una vez desarmada toda la luminaria cada uno de sus soportes debe lavarse con agua y detergente para quitar la grasa y el polvo, posteriormente enjuagarlas con agua limpia y secarlas.
- E.03. Una vez hecha la limpieza del gabinete, proceder a su lijado, para eliminar la pintura anterior, aplicación de anticorrosivo y pintura final de acabado, de acuerdo a lo indicado en el proyecto o lo ordenado por la supervisión.
- E.04. Únicamente se deben pintar las partes que indique la supervisión, no se deben cuantificar para fines de pago las piezas que se pintaron sin autorización y deben despintarse y limpiarse por cuenta del contratista si la supervisión lo indica.
- E.05. En cuanto estén limpias y/o pintadas todas las partes, debe armarse y probarse la luminaria a satisfacción de la supervisión.
- E.06. Si la luminaria no es instalada en su lugar definitivo, debe almacenarse en el lugar que indique la supervisión.

F. ALCANCES, UNIDADES DE MEDIDA, CRITERIOS PARA CUANTIFICAR Y BASE DE PAGO

F.01. () Limpieza y pintado de gabinetes de luminarias.- El costo directo incluye: la señalización correspondiente para delimitar el área de trabajo, escaleras, andamios o vehículo con canastilla para hombre según el caso, el suministro de materiales tales como pintura, anticorrosivo, solventes, lijas, jabón, trapo limpio, y demás materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos y almacenaje, mermas y desperdicios; la mano de obra para el acarreo libre, horizontal y/o vertical, la mano de obra especializada para el desmontaje, acarreos al lugar de trabajo, desarme del gabinete en todas sus partes (bases, enchufes, reactor, alambrado, etc.), limpieza en general del equipo, lijado, aplicación del anticorrosivo y de la pintura especificada, inspección, armado total del gabinete, prueba del equipo, traslado del gabinete al lugar de almacenaje predestinado y demás operaciones requeridas para cumplir con el trabajo; retiro del material sobrante, señalización, escaleras o andamios y desperdicios al sitio que determine la supervisión y la limpieza del área; el equipo de seguridad de los trabajadores; el equipo y la herramienta necesarios para la ejecución correcta del trabajo.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se deben contar las piezas que fueron limpiadas, según líneas de proyecto aprobadas por la supervisión.

Para efecto de pago, se deben estimar una vez que se encuentren realizados los trabajos que forman la totalidad del concepto en cuestión, aprobados por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

() Limpieza y pintado de gabinetes para luminarias

- | | |
|---|---------|
| () Canaletas de diversas dimensiones. | \$/pza. |
| () Tipo industrial de diferentes dimensiones | \$/pza. |
| () Tipo sobreponer, de dimensiones según proyecto. | \$/pza. |
| () Tipo embutir de dimensiones según proyecto. | \$/pza. |
| () Plástico envolvente de dimensiones según proyecto | \$/pza. |

- () Circular de dimensiones según proyecto. \$/pza.
- () Gabinetes para lámparas de cuarzo \$/pza.
- () Para 300/500 W, 127/220 V, fijación de abrazadera para tornillo. \$/pza.
- () Para 300/500 W, 127/220 V, fijación de vástago para tubo de 13 mm. \$/pza.
- () Para 1000/1500 W, 220 V, fijación de abrazadera para tornillo. \$/pza.
- () Para 1000/1500 W, 200 V, fijación de vástago para tubo de 13 mm. \$/pza.
- () Para 250 W, 127 V, fijación de abrazadera para tornillo. \$/pza.
- () Gabinete para alumbrado público suburbano para lámparas de descarga, para 220 V y auto balastrado.
- () Para 175 W v.m y 250 W v. m. \$/pza.
- () Para 250 W v.m \$/pza.
- () Para 150 W v.s.a.p. \$/pza.
- () Gabinetes para alumbrado público de lámparas de descarga, serie "OV", para 220 V, auto balastrado y con refractor de cristal.
- () Para 175 W v.m. \$/pza.
- () Para 250 W v.m. \$/pza.
- () Para 400 W v.m. \$/pza.
- () Para 150 W v.s.a.p. \$/pza.
- () Para 250 W v.s.a.p. \$/pza.
- () Para 400 W v.s.a.p. \$/pza.
- () Gabinete sin balastro con refractor de:

- () Cristal \$/pza.
- () Gabinete para alumbrado público en parques y estacionamientos, de lámparas de descarga, serie "punta de poste" 220 Volts.
- () Para 250 W.v.m. \$/pza.
- () Para 400 W. v.m. \$/pza.
- () Para 150 W v.s.a.p. \$/pza.
- () Para 250 W. v.s.a.p. \$/pza.
- () Para 400 W v.s.a.p. \$/pza.
- () Para 400 W aditivos metálicos \$/pza.