



Ciudad
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 Aboitiz Saro

Director General de Obras Públicas
Ing. Oscar Leopoldo Díaz González Palomas.

Director General de Servicios Urbanos
Ing. Antonio Álvarez Palacios.

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 Sanchez.

Director General de la Planta de Asfalto
Ing. Francisco Ernesto Ricci Rosas

Coordinación Técnica
Coordinador
Dr. en I. Renato Berrón Ruiz

Director de Normas y Registros
Arq. Rubén García Silva



Ciudad
México
Capital en Movimiento.

LIBRO 8 TOMO IV

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

INTRODUCCIÓN A LA REIMPRESIÓN DE LA TERCERA EDICIÓN (2000).

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 fracción IV 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.

Este libro tendrá vigencia a partir del 1 de octubre de 2000

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.- Estas Normas de Construcción 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.- Segunda edición vigente partir del 1 de octubre de 2000.

* Las páginas en las que en su pie se indica vigencia diferente, 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
PARTE 02	OBRAS Y EQUIPOS
SECCIÓN 02	PARTE ELECTROMECÁNICA
	MECÁNICA

CAPÍTULO 001	GENERALIDADES.-----
CAPÍTULO 002	BOMBAS
CAPÍTULO 003	INSTALACIONES DE AIRE ACONDICIONADO
CAPÍTULO 004	INSTALACIONES DE TRANSPORTACIÓN ELECTROMECÁNICA
CAPÍTULO 005	PLANTAS POTABILIZADORAS Y DE TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES
CAPÍTULO 006	PLANTAS DE TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS
CAPÍTULO 007	MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA
CAPÍTULO 008	CALDERAS

LIBRO	8	CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE OBRAS Y EQUIPOS
PARTE	02	OBRAS ELECTROMECAÑICAS
SECCIÓN	02	MECÁNICA
CAPÍTULO	001	GENERALIDADES

A. DEFINICIONES, CLASIFICACIÓN Y OBJETO.

- A.01. En esta cláusula se definirán y clasificarán cada uno de los mecanismos o equipos de que trate cada uno de los capítulos, así mismo se enlistarán y se definirán los términos básicos y más importantes de cada tema para comprender y aplicar la norma correspondiente; así mismo, se establecerá cual es el objeto de la norma y su aplicación en las instalaciones a cargo del Gobierno del Distrito Federal .
- A.02. Mantenimiento Preventivo.- Es el conjunto de actividades desarrollados por personal especializado, realizadas de una manera sistemática y de acuerdo a un programa previamente establecido para obtener que las instalaciones y/o equipos se encuentren siempre en óptimas condiciones de funcionamiento y de confiabilidad.
- A.03. Mantenimiento Correctivo.- Es el conjunto de trabajos que se ejecutan para reparar y/o rehabilitar las instalaciones y/o equipos en caso de funcionamiento deficiente o de falta total para restituirles sus características originales de operación.

B. REFERENCIAS DEL CONCEPTO EN OTROS DOCUMENTOS.

- B.01. En esta cláusula se enlistarán los conceptos que tienen relación con el capítulo que se trata, que son tratados en otros capítulos de estas Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal o en el de 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, Subconceptos de Obra, Alcances, Unidades de Medida, Criterios para Cuantificar y Base de Pago.
- B.02. En el caso de materiales y/o equipos especiales, se deben mencionar las Normas Nacionales y/o Internacionales que deban satisfacer estos elementos.

C. MATERIALES.

- C.01. Todos los materiales, refacciones y/o equipos que se utilicen para el mantenimiento de las instalaciones mecánicas; o los que, en el caso particular se requieran, deben cumplir con los requisitos de calidad establecidos en el proyecto o con lo ordenado por la Residencia de la 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.

- C.02. Además, en cada capítulo se deben indicar los requisitos y especificaciones que deban cumplir los materiales, refacciones y/o equipos de uso específico que sean empleados para el mantenimiento de las instalaciones mecánicas y que no se hayan mencionado en la Cláusula B.

D. EQUIPOS Y SISTEMAS.

- D.01 En esta sección (mecánica) esta cláusula no aparecerá, puesto que todos los conceptos y requisitos pasarán como principio a la clausura "E".

E. REQUISITOS DE EJECUCIÓN.

- E.01. En todos los capítulos, esta cláusula fijará los diversos requisitos para los trabajos de Mantenimiento Preventivo y Correctivo en los equipos mecánicos para diversos sistemas.

- E.02. Se debe contar con un inventario actualizado y detallado de los equipos que forman parte de la instalación o del sistema, elaborando una cédula de registro para cada uno de ellos; en ella se deben anotar sus especificaciones de "placa" así como las características de su instalación y de operación dentro del sistema en el cual operan.

- E.03. Se deben tener los planos actualizados, indicando la ubicación de los equipos en el inmueble y en el sistema de que se trate. Así mismo, en un formato predeterminado por la Residencia de Obra y el personal encargado del mantenimiento, se debe indicar mediante una escala de bueno, regular o malo, el estado de las instalaciones y/o equipos así como sus accesorios de operación, control y operación.
- E.04. De no existir esta información, y dada su importancia para la elaboración de los programas de mantenimiento preventivo, la contratante debe proporcionar el apoyo técnico necesario para obtenerla.
- E.05. Con base en lo anterior, se deben establecer los programas de mantenimiento preventivo y la prioridad de los trabajos de mantenimiento correctivo, llevando el control mediante revisiones periódicas a las instalaciones y sus equipos.
- E.06. El personal encargado de realizar los inventarios y planos de los equipos e instalaciones, así como para efectuar las revisiones mencionadas, tendrá la capacidad profesional y la experiencia suficiente de acuerdo a la importancia de los equipos por atender y en caso necesario, debe contar con la licenciatura en ingeniería mecánica y/o eléctrica y la especialidad afín con las instalaciones y/o equipos de que se trate.
- E.07. Para llevar el control de los trabajos de mantenimiento que se ejecuten en los diversos equipos e instalaciones, se debe establecer una bitácora o cédula de registro en la cual deben quedar anotadas todas las revisiones y actividades realizadas, así como las fallas detectadas, las recomendaciones para su corrección y las observaciones que se consideren convenientes.
- E.08. Cuando se contrate los trabajos de mantenimiento, deben ser ejecutados por compañías con experiencia y con personal especializado en los equipos e instalaciones a su cargo. Deben realizarse en horarios que no interfieran con la operación de los sistemas, evitando en lo posible la interrupción de los servicios.
- Quando sea necesario retirar algún elemento mecánico para su reparación, el contratista lo debe ejecutar con la urgencia que se requiera y de ser posible proporcionar un equipo similar que trabaje en paralelo o en sustitución para que el sistema continúe en operación.
- E.09. Deben existir disponibles en almacén, las refacciones y materiales de uso más frecuente con el fin de realizar con celeridad y eficiencia, las labores de mantenimiento correctivo correspondiente. Al ser utilizadas dichas piezas, deben reponerse de inmediato al almacén para mantener la reserva.
- E.10. En caso de que algún equipo en operación haya sido discontinuado por el fabricante, o por condiciones de mercado se dificulte obtener las refacciones originales o sean demasiado costosas, se debe hacer una evaluación para

determinar la conveniencia de sustituirlo por otro de características similares, con refacciones accesibles tanto en lo económico como en lo material.

- E.11. Para la ejecución de los trabajos de mantenimiento, el contratista debe colocar los señalamientos necesarios y tomar las medidas de seguridad para evitar riesgos a los usuarios, a sus operarios y a las instalaciones y/o equipos existentes.

A la terminación de los trabajos, se deben retirar, al lugar que haya señalado el proyecto o la Residencia de Obra a través de la Supervisión, todos los materiales y/o equipos sobrantes y desperdicios.

- E.12. Todos los trabajos de mantenimiento deben ser supervisados por personal del Gobierno del Distrito Federal o por quien este designado; debiendo brindar las facilidades necesarias para realizar correctamente dicho trabajo. La inspección debe incluir la revisión de la calidad especificada de los materiales, equipos y sistemas, la mano de obra para ejecutar el trabajo, su proceso y el producto final del mantenimiento.

- E.13. Todas las reparaciones a las instalaciones y los equipos, serán recibidas a su terminación por el personal técnico que asigne el Gobierno del Distrito Federal, el cual certificará su correcta ejecución de acuerdo a las indicaciones proporcionadas. El contratista entregará a la Residencia de Obra a través de la Supervisión las garantías convenidas y en caso de reposición de equipos autorizados por el mismo Gobierno del Distrito Federal, entregará además los manuales de operación, conservación y mantenimiento correspondientes.

En los trabajos de mantenimiento de las instalaciones, se deben usar materiales iguales o similares a los originales. Sólo la Residencia de Obra del Gobierno del Distrito Federal autorizará en su caso, los cambios que considere necesarios.

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

- F.01. En esta cláusula, se deben describir los alcances de los diversos conceptos a que se refiere la Norma para fines de estimación y pago, detallando los materiales, refacciones, equipos, sistemas y las operaciones que incluya cada concepto de trabajo; así mismo se deben fijar las unidades de medida, la aproximación de los resultados y los procedimientos para determinar las cantidades de obra para efectos de pago.

- F.02. Los contratistas que participen en un concurso, ya sea por convocatoria pública o invitación a cuando menos tres contratistas, deben elaborar sus precios unitarios, tomando en cuenta los alcances que para cada concepto de mantenimiento y/o conservación exista definido en las Normas de Mantenimiento de la

Administración Pública del Distrito Federal correspondientes, tomando en cuenta los requisitos de ejecución establecidos. En caso de no estar el concepto en dichas normas, se deben buscar referencias en segunda instancia en las especificaciones generales o en su defecto en las especificaciones de proyecto.

Si la contratación se realiza por asignación directa, los precios del Tabulador General de Precios Unitarios de la Administración Pública del Distrito Federal, serán los aplicables en el contrato, tienen en su elaboración como base de alcances y requisitos de ejecución lo establecido en las Normas de Mantenimiento de la Administración Pública del Distrito Federal, por lo que el contratista debe tomarlo en cuenta en su ejecución.

- F.03. Todos los insumos materiales, refacciones y equipos de repuesto deben considerarse puestos en la obra, con las mermas, gastos de montaje y desperdicios que ocasionen su manejo, colocación o instalación, salvo que el alcance especifique otra situación.
- F.04. El precio unitario de un subconcepto de trabajo debe incluir además de los costos directos descritos en el inciso F.01 de esta cláusula, los costos indirectos y de financiamiento, los cargos por utilidad y los adicionales que establece el Código Financiero vigente.
- F.05. En el caso de levantamientos del estado físico y/o de visitas de inspección a las instalaciones y/o equipos mecánicos realizados por encargo del representante del Gobierno del Distrito Federal, se integrarán cuadrillas de personal técnico con las categorías necesarias de acuerdo a las características, al grado de dificultad y al plazo de ejecución del trabajo por realizar. Si el trabajo se contrata por asignación directa, los salarios nominales del personal de plantilla se deben tomar del Tabulador que para tal efecto tenga dispuesto el Gobierno del Distrito Federal así como el factor de prestaciones; y si la contratación se realiza mediante licitación pública o invitación restringida, el contratista debe proponer sus propias cifras.
- F.06. Para el cálculo de los diversos factores que intervengan para la integración del costo total de un levantamiento del estado físico y/o de visitas de inspección, se procederá de acuerdo a lo que indican los Capítulos 002 al 006 del Libro 9, Particularidades de Normatividad en la Obra Pública, Parte 01, Sección 01.

LIBRO	8	CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE OBRAS Y EQUIPOS
PARTE	02	OBRA ELECTROMECAÁNICA
SECCIÓN	02	MECAÁNICA
CAPÍTULO	002	BOMBAS

A. DEFINICIONES, CLASIFICACIÓN Y OBJETO

A.01. Conjunto de actividades realizadas por personal especializado en forma sistemática y planeada o inmediata (cuando se presente una falla en el mecanismo de la bomba), para su rehabilitación y/o reparación, con el fin de que funcione en condiciones óptimas o para restituirle sus características originales de operación.

A.02. El mantenimiento de las bombas, se clasifica en:

a. Mantenimiento Preventivo.- Conjunto de actividades que se realizan con personal especializado y de acuerdo a programas previamente establecidos, para lograr que las bombas se encuentren siempre en óptimas condiciones de operación de acuerdo a las características de proyecto.

b. Mantenimiento Correctivo.- Actividades necesarias para corregir las diversas fallas que se presentan en las bombas, y que ocasionan interrupciones de menor o mayor duración en el servicio.

A.03. Para el mantenimiento de las bombas por el personal especializado, éstas se clasifican de acuerdo al principio por el cual la energía es adicionada al fluido en:

a. Cinéticas o dinámicas.- En éstas, la energía continuamente es adicionada para incrementar la velocidad del líquido; a su vez, se clasifican en:

1. Centrífugas.- La presión desarrollada en estas bombas es principalmente por la acción de la fuerza centrífuga. Este tipo de bombas son empleadas para el manejo de todo tipo de aguas (potable, pluvial y residual). Estos equipos se clasifican a su vez en:

1.1 Flujo Radial.- En las bombas de este tipo, el fluido entra al impulsor por el centro y fluye radialmente a la periferia.

1.2 Flujo axial.- Las bombas de este tipo, llamadas también hélice o propela, desarrollan la carga por la acción de levantamiento de las aspas en el fluido. La dirección del fluido es a lo largo de su eje.

1.3. Flujo mixto.- En estas bombas, el fluido entra en forma axial y sale en forma radial.

2. Especiales.- Bombas de uso reducido, que se pueden emplear en condiciones particulares; dentro de éstas se encuentran:

- 2.1 Jet
- 2.2 Golpe de ariete
- 2.3 Electromagnética

b. Desplazamiento positivo.- En éstas, la energía es suministrada periódicamente por los impulsores en las cámaras que contienen el fluido, resultando en un incremento directo en la presión, arriba del valor requerido para mover el líquido a través de válvulas y puertos hacia la línea de descarga. Este tipo de bombas se dividen en:

1. Reciprocantes.- Se aplican principalmente cuando se requieren gastos pequeños, presiones altas y fluidos limpios, se tienen:

1.1 Pistón.- Su aplicación más común es en gastos pequeños y en líquidos limpios, se dividen en dos tipos:

- 1.1.1. De vapor, doble acción.
- 1.1.2. De fuerza.

1.2 Diafragma.- Se utilizan para gastos pequeños de líquidos, claros o con contenidos de sólidos; también son apropiados para pulpas gruesas, drenajes, lodos, para soluciones ácidas o alcalinas, ya que el diafragma de material flexible no metálico, puede soportar la acción corrosiva o erosiva mejor que las partes metálicas. Se pueden dividir en dos clases:

- 1.2.1. Simple.
- 1.2.2. Múltiple.

2. Rotatorias.- Estas bombas se caracterizan por el método de toma y descarga del fluido, una bomba rotatoria atrapa una cantidad de líquido y lo mueve hasta el punto de descarga; las hay en:

2.1. Rotor único.- Sólo cuenta con un elemento en el rotor, dentro de las que se tienen:

- 2.1.1. Vena
- 2.1.2. Pistón
- 2.1.3. Miembro flexible
- 2.1.4. Tornillo.

2.2 Rotor múltiple.- El rotor puede estar formado por dos o más elementos y se pueden subdividir en:

- 2.2.1. Engranés
- 2.2.2. Lóbulo

2.2.3. Pistón rotativo

2.2.4. Tornillo.

A.04. Clasificación por aplicación de las bombas.- Además de la clasificación general anterior, las bombas se pueden agrupar:

- a. Por las características del fluido a manejar se clasifican en:
 - 1. Agua limpia.- Las bombas para este tipo de agua no requieren de un diseño especial.
 - 2. Aguas servidas.- Para éstas, las bombas pueden manejar mezclas con fluidos de mayor viscosidad que el agua, y con sólidos en suspensión.
 - 3. Otros fluidos.- En función de sus propiedades y características, se debe efectuar la selección de la bomba y sus accesorios.
- b. Por la posición del eje.
 - 1. Horizontal.- El eje del impulsor de la bomba se instala en forma horizontal.
 - 2. Vertical.- Su eje se encuentra en posición vertical.
- c. Montaje.- Dependiendo de la ubicación de la bomba respecto al fluido que maneja, se clasifican en:
 - 1. Cárcamo húmedo.- La bomba se encuentra sumergida dentro del fluido.
 - 2. Cárcamo seco.- La instalación de la bomba está fuera del fluido que maneja.
 - 3. Lata.- La bomba se encuentra auto-contenida en una cámara.
- d. Lubricación.- Esta clasificación se aplica en las bombas en la cual la flecha se aloja a lo largo del flujo del fluido; ésta, atendiendo a la forma en que es lubricada la flecha se clasifica en:
 - 1. Agua.- La lubricación de los cojinetes de la flecha se realiza con el agua que la bomba esta manejando. Este tipo de equipos es el utilizado en el bombeo de agua potable, para evitar el riesgo de contaminación por aceite empleado en otro tipo de bombas.
 - 2. Aceite.- la flecha se aloja dentro de una camisa la cual contiene el aceite para lubricar sus cojinetes.

- e. Succión.- De acuerdo al tipo de succión (entrada de agua al impulsor), se pueden catalogar en:
 - 1. Simple.- La bomba en la cual, el fluido tiene una única entrada.
 - 2. Doble.- La bomba tiene doble entrada del fluido al impulsor.
- f. Carcasa.- Atendiendo a la forma de la carcasa se tienen bombas de:
 - 1. Voluta.- La carcasa es en forma de espiral, alrededor del impulsor. Se tienen bombas de simple y doble voluta. La más frecuentemente empleada es la de voluta simple.
 - 2. Difusor.- Son las bombas que tienen instalado un elemento para el agua de la carcasa al impulsor. Este difusor se emplea es en bombas de gran capacidad.
- g. Sumergibles.- Se emplean bombas del tipo sumergibles en algunas aplicaciones; sin embargo, éstas no difieren de las bombas convencionales y únicamente se modifica substancialmente el motor eléctrico, por su diseño, construcción e instalación.
- h. Por su acoplamiento.- Atendiendo a la forma en que los equipos de bombeo se acoplan a la planta de fuerza, se clasifican en:
 - 1. Acoplamiento directo. La bomba se une al motor en forma directa a través de un cople de cualquier tipo.
 - 2. Transmisión por bandas. La fuerza de la unidad motriz es transmitida por bandas que accionan poleas fijas a las flechas del motor y a la bomba.
 - 3. Cabezal mixto, Este acoplamiento tiene la ventaja de acceder a dos fuentes motrices, un motor eléctrico y uno de combustión interna. Entre la bomba y los motores generalmente existe una caja de transmisión para seleccionar el motor que se desea.
 - 4. Transmisión por engranes. Las bombas que cuentan con este acoplamiento, se unen al motor por medio de una caja de engranes que les permite variar la velocidad de operación.

A.05. Con el fin de complementar la función de operación y/o mantenimiento de las bombas, se presentan a continuación las definiciones básicas que pueden aclarar algunas dudas que puedan surgir en la aplicación de los programas de mantenimiento.

- a. Características de las bombas.- Deben conocerse las especificaciones de las diferentes bombas, las que se describen a continuación:

1. Velocidad Específica (Ns).- Es el número adimensional que define el tipo de bomba en función de la relación del gasto y la carga generada por la bomba a la velocidad angular accionada a la óptima eficiencia del equipo.

La velocidad específica es la velocidad angular a la cual debe girar el impulsor para suministrar la unidad de gasto a la unidad de carga.

La expresión Ns está dada como:

$$Ns = k \frac{N(Q)^{1/2}}{H^{3/4}}$$

Donde:

NS = Velocidad específica
N = Velocidad de rotación rpm
Q = Gasto l/s (gpm)
H = Carga Total m (ft)
k = Constante de proporcionalidad.

En el Sistema Internacional (valor de k = 3,65), se considera un gasto de 75 l/s, con una carga de un metro.

2. Carga de bombeo.- Es la suma del total de las cargas como son presión, velocidad y posición que suministra el equipo de bombeo en la condición de operación que determina el sistema.
3. Gasto.- Es el volumen por unidad de tiempo (l/s) para la carga del sistema.
4. Velocidad de rotación (N en rpm).- Es la velocidad angular a la cual se opera la bomba. Cuando es un motor eléctrico el que acciona la bomba, se considera la velocidad angular síncrona. En los motores de inducción se tiene un deslizamiento del orden del 5%, por lo que la velocidad real de rotación de la bomba es menor a la síncrona en ese orden, a la cual se ajusta el comportamiento de la bomba.
5. Carga neta positiva de succión NPSH (Net Positive Suction Head). Es la carga que causa que el líquido fluya a través de la tubería de succión y entre por el "ojo" del impulsor.
 - 5.1 NPSHa (disponible).- Es la determinada por las condiciones específicas de instalación del equipo de bombeo, valor que debe ser superior al NPSH requerido.
 - 5.2 NPSHr (requerida).- Es la carga mínima demandada por la bomba, para su correcta operación y así prevenir que se presente cavitación

en la misma; el fabricante debe proporcionar los datos técnicos necesarios para el adecuado funcionamiento de la misma.

6. Carga de succión (sumergencia).- Es la distancia vertical entre el eje de la bomba y el nivel superior del agua en el tanque de succión.
7. Pasos.- Es el número de etapas, necesarias para suministrar la carga requerida de bombeo. Es el número de bombas en serie montadas sobre el mismo eje.
8. Succión.- Es el número de entradas del fluido a la bomba. Es el número de bombas en paralelo, montadas en el mismo eje.

b. Parámetros de operación.- Deben conocerse los parámetros fundamentales para la operación de las bombas, los que se describen a continuación:

1. Nivel estático.- Es la carga de bombeo cuando no se tiene flujo.
2. Nivel dinámico.- Es la carga de bombeo determinada por el sistema para el gasto de operación de la bomba, es decir cuando hay un flujo.
3. Válvula cerrada.- Es la condición en la cual, la bomba opera con gasto cero.
4. Cavitación.- Es la formación y subsecuente colapso de espacios (cavidades) de vapor en un líquido. Las cavidades pueden ser burbujas, bolsas de vapor o una combinación de ambas.
5. Golpe de ariete (water hammer).- Es la onda de presión positiva, originada por la conversión súbita de la carga de velocidad al paso de una columna de agua.
6. Subpresión.- Es la onda de presión negativa.
7. Vórtice.- Es el remolino de agua que se forma en la succión de las bombas. Debe evitarse que éste se presente debido a que permite la entrada de aire a la bomba.

c. Parámetros de comportamiento.- Es necesario tener presente los parámetros de comportamiento de las bombas, para las condiciones reales del sistema y para lo cual se determinan los siguientes conceptos:

1. Curva característica.- Esta curva, proporcionada por el fabricante (idealmente certificada); determina, para los diferentes gastos suministrados por la bomba, los siguientes parámetros:
 - 1.1. Carga generada por la bomba, acorde con las condiciones del sistema de bombeo, a la cual proporciona el gasto.

- 1.2. Eficiencia de la bomba para el ámbito de carga y gasto de operación, para diferentes diámetros de impulsor.
 - 1.3. Potencia demandada por la bomba para el gasto adecuado requerido.
 - 1.4 Sumergencia (altura de succión) recomendada por el fabricante para su correcto funcionamiento y evitar cavitaciones en la bomba.
 2. Curva de tres cuadrantes (Knapp).- Determina los valores de gasto y carga operando la bomba como tal, como turbina y disipadora de energía.
 3. Curva del sistema.- Determina las cargas de bombeo en función del gasto bombeado. Conjuntamente con la curva, característica de la bomba aplicada establece su punto de operación.
 4. Curvas de afinidad o similitud.- Estas curvas, generadas como resultado de la aplicación de las leyes de afinidad, definen para la bomba los valores de gasto, carga y potencia manteniendo constante el diámetro del impulsor (1ª ley) o la velocidad angular (2ª ley).
- d. Cabezal.- Pieza soporte del motor y de la bomba, generalmente incluye cambio de dirección del flujo; su aplicación más común es en bombas verticales a la descarga.
- En bombas del tipo sumergible, no se emplea cabezal, utilizando normalmente una placa soporte y un collarín para soportar la columna de descarga.
- e. Columna.- Tubo de conducción a la descarga de la bomba, que incluye la flecha de transmisión de potencia a ésta.
- f. Tazón.- Cámara donde se aloja y gira el impulsor; en sus pasajes la energía cinética se convierte en energía de presión. El número de pasos de la bomba es el número de tazones.
- g. Carcasa.- Cubierta estacionaria de la bomba que confina al fluido para su entrada al impulsor.
- h. Impulsor.- Parte fundamental de la bomba que por su rotación transfiere la energía al fluido. En función de las características del fluido a manejar, se tienen impulsores de diferentes materiales y de los siguientes tipos:
1. Abierto.- Se utiliza para líquidos con alto contenido de sólidos.
 2. Semicerrado.- Se usa indistintamente en fluidos limpios o con contenido de sólidos.

3. Cerrado.- Su aplicación más común es fluidos limpios, libres de sólidos.

i. Flecha.- Elemento mecánico de transmisión de la energía del elemento motriz a la bomba.

j. Tareas.- Son las actividades físicas del mantenimiento.

B. REFERENCIAS DEL CONCEPTO EN OTROS DOCUMENTOS

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

Concepto	Capítulo de Referencia	Dependencia
Cimentaciones	8.01.02.002	G. D. F.
Motores eléctricos en general	8.02.01.007	G. D. F.
Instalaciones eléctricas en plantas industriales	8.02.01.004	G. D. F.
Generalidades	8.02.02.001	G. D. F.
Motores de combustión interna	8.02.02.007	G. D. F.
Hidraulic Institute Standars		H. I. S.
Bombas	CEC-A006-M	C. F. E.

C. MATERIALES CONSTITUTIVOS DEL CONCEPTO

C.01. Todos los materiales y refacciones necesarios para el mantenimiento de los equipos de bombeo, o los que en el caso particular se requieran, deben cumplir con los requisitos de calidad establecidos en el proyecto o con 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 lo previsto en las especificaciones del proyecto, que tienen prioridad sobre las especificaciones generales y éstas a su vez, prevalecen sobre las Normas citadas.

Además de lo anterior, el diseño, la construcción y las pruebas de las bombas y todas las refacciones que se suministren dentro del programa de mantenimiento preventivo, deben cumplir para cada sección de la bomba, con las normas que a continuación se indican:

- a. ANSI (American National Standard Institute)
 - b. ASTM (American Society for Testing and Materials)
 - c. AWS (American Welding Society)
 - d. ACI (Attoy Casting Institute)
 - e. AISI (American Iron and Steel Institute)
 - f. SAE (Society of Automotive Engineer)
- g. AWWA (American Water Works Association)
 - h. HIS (Hydraulic Institute Standards)
 - i. API (American Petroleum Institute)
 - j. DIN (Deutsche Industrie Norm)

C.02. Los materiales que a continuación se enlistan, son los comúnmente usados en las principales partes de las bombas y, deben ser considerados dentro del programa de mantenimiento preventivo como refacciones en almacén.

a. Para bomba vertical, se tiene:

1. Cabezal de descarga.- Se localiza en la parte superior del equipo, fuera del pozo o cárcamo, recibe el motor y contiene el codo de descarga.

En las bombas sumergibles este cabezal se substituye por una placa de acero estructural ASTM-A 36 ó ASTM A 48 clase 30.

- 1.1 Acero ASTM-A 48-108 grado 1213 u 1137.- Son fabricados con este material la tuerca de ajuste, el tornillo de fijación para la tuerca de ajuste, cuña, tornillo para estopero y los tornillos para fijar el motor.
- 1.2 Acero SAE 1045- Esta aleación se utiliza en la flecha superior
- 1.3 Acero galvanizado.- Los birlos de fijación, grasera para el estopero y el tapón macho deben ser de este material.
- 1.4 Bronce ASTM-BS 84 aleación 836 .- Se utiliza este material para la fabricación del prensa-estopa.
- 1.5 Bronce ASTM-B 584 aleación 938.- Se elaboran con este material el collarín y el buje del prensa-estopa.

- 1.6 Hierro gris ASTM-A 48 clase 30.- La fundición del cabezas y el estopero se realiza con esta aleación.
- 1.7 Hule sintético (neopreno) .- De este material, se manufactura el anillo deflector.
- 1.8 Grafito.- Empleado en el empaque del prensa-estopa.
- 1.9 Asbesto comprimido.- La junta para el estopero se elabora con este material.
2. Columna.- Es la tubería que contiene el cuerpo de tazones (bomba) y finaliza con el codo de descarga.
 - 2.1 Acero ASTM-A 108 grado 1213 u 1137 .- Se utiliza para la elaboración del cople de la flecha.
 - 2.2 Acero ASTM A 582, tipo 416.- La manufactura de la flecha de transmisión se realiza con esta aleación.
 - 2.3 Bronce ASTM-B 584 aleación 836.- La porta-chumacera se fabrica con este material.
 - 2.4 Bronce ASTM-B 584 aleación 938.- Se utiliza en la producción de la chumacera.
 - 2.5 Acero.- Para la fabricación de la tubería de la columna
3. Bomba.- Pueden ser de uno o varios pasos (tazones).
 - 3.1 Acero ASTM-A 108 grado 1213 u 1137.- Se utiliza en la fabricación del cople de flecha de bomba, tornillos y el cono de fijación.
 - 3.2 Acero ASTM-A 582 tipo 416.- Con este material se fabrica la flecha de la bomba.
 - 3.3 Bronce ASTM-B 584 aleación 836.- Con esta aleación se elaboran, el impulsor de la bomba y el collar arenero.
 - 3.4 Bronce ASTM B 584 aleación 938.- La manufactura del buje de tazón de descarga, buje tazón intermedio y buje de campana de succión.
 - 3.5 Bronce aluminio ASTM-B 148.- Con este material se fabrican los anillos de desgaste del impulsor.
 - 3.6 Hierro gris ASTM-A 48 clase 30.- Material con el que están fabricados los tazones y la campana de succión.

- 3.7 Hierro gris galvanizado.- El tapón macho se encuentra construido de este material.
 - 3.8 Hule sintético (neopreno).- Para las bombas lubricadas por agua, los tazones intermedios cuentan con los bujes fabricados con hule sintético (neopreno).
- b. Bombas horizontales.- En estas bombas, la instalación se simplifica ya que no cuentan con cabezal de descarga ni columna, reduciéndose el mantenimiento a la bomba propiamente dicha.
1. Hierro gris ASTM-A48 clase 30.- Material utilizado en la manufactura de la carcasa, caja del prensa- estopa y los soportes para cojinetes.
 2. Acero ASTM-A582 tipo 416.- Con este material se elabora la flecha y para algunas aplicaciones el impulsor.
 3. Bronce ASTM-B584 aleación 836.- Se utiliza en la fabricación del impulsor y el anillo de desgaste.
 4. Hule sintético (neopreno).- Se usa en la manufactura de las juntas
 5. Grafito.- El empaque que utiliza el prensa- estopa se elabora con este material.

E. REQUISITOS DE EJECUCIÓN.

E.01. Mantenimiento preventivo.

- a. Datos de placa.- Para desarrollar el mantenimiento a una bomba, se debe revisar que tenga los datos de placa como son:
1. Marca
 2. Tipo
 3. Modelo
 4. Capacidad nominal l/s
 5. Carga de bombeo m
 6. Eficiencia %
 7. Potencia demandada kW (hp)
 8. Velocidad angular rpm
 9. NPSH requerida.
 10. Curva característica correspondiente

b. Requisitos.- En el mantenimiento preventivo, se debe observar que el equipo de bombeo funcione en forma segura, correcta y eficiente por lo que es necesario que toda la instalación que se utiliza para la alimentación de energía eléctrica, así como la fontanería en la succión y descarga, cumpla con las normas mencionadas en el inciso B.01 de ese capítulo, pero además se debe realizar lo siguiente:

1. Inventario.- Es necesario contar con el inventario de todas las bombas de la instalación o planta de que se trate, anotando su ubicación, conteniendo adicionalmente a los datos de placa, la siguiente información:
 - 1.1 Identificación (número económico).
 - 1.2 Marca
 - 1.3 Modelo
 - 1.4 Serie
 - 1.5 Fecha de fabricación
 - 1.6 Fecha de instalación
2. Información técnica.- Se deben obtener los manuales de partes, operación y mantenimiento de los fabricantes, así como todos aquellos textos que se consideren convenientes para consulta.
3. Levantamiento.- En esta acción se debe revisar y actualizar, si es necesario, las fichas técnicas y comerciales de la bomba, indicando las características del equipo que la acciona y las condiciones de trabajo particulares.
4. Diagnóstico.- Resultado del último diagnóstico elaborado. Este debe contemplar un análisis de operación.
5. Proyecto.- Es importante contar con la información de especificaciones técnicas en los planos del proyecto.
6. Reporte de operación.- Como complemento obligado a toda la información indicada anteriormente, es imprescindible conocer el comportamiento de la bomba. Este reporte debe ser efectuado por el personal del área responsable o en su defecto por el personal de operación.
7. Bitácora.- Se debe elaborar la bitácora por bomba, en la cual se deben vaciar las tareas desarrolladas de mantenimiento, anotando las reparaciones y cambios efectuados por mantenimiento correctivo, así como las variaciones, anomalías y desviaciones aplicables al mantenimiento preventivo.
8. Historial.- Es importante conocer las tareas de mantenimiento efectuadas a la bomba, identificando las partes reemplazadas y aquellas fallas repetitivas que hubiera tenido.

9. Estadística.- Con todos los datos recabados del mantenimiento, se genera la estadística del equipo y la herramienta, útil para la toma de decisiones sobre su mantenimiento o sustitución.
10. Equipamiento.- Se deben tener presente las condiciones de los equipos y accesorios que intervienen o afectan en la operación de la bomba, como son:
 - 10.1 Suministro de energía eléctrica.- El cableado eléctrico debe ser con la capacidad de corriente y clase de aislamiento adecuado al motor.
 - 10.2 Protecciones.- Verificar que la planta de bombeo cuente con las protecciones contra golpe de ariete, subpresión, admisión y expulsión de aire. Los interruptores deben ser adecuados a la capacidad del motor y las protecciones acorde con la demanda real.
 - 10.3 Control.- En las plantas de bombeo actuales, se utilizan estos dispositivos, por los beneficios que reportan, como mayor seguridad para el personal, flexibilidad, economía y un mantenimiento menor y más simple.
 - 10.4 Motores de combustión interna.- Cuando los equipos de bombeo se encuentren acoplados a motores de combustión interna, se debe observar que el funcionamiento de éstos sea el óptimo, de acuerdo a lo señalado en el capítulo 8.02.02.007 "Motores de Combustión Interna", de este Libro 8.

- c. Programa de mantenimiento preventivo.- Esta es la descripción de las actividades físicas (tareas) del mantenimiento. Para realizar el presente programa, se deben agrupar las bombas de acuerdo a su aplicación, características del agua y montaje, elaborando para ellas, un plan de mantenimiento.

Las dimensiones de las bombas no afectan al tipo de tarea a ejecutar, afecta únicamente los rendimientos de la mano de obra o en los casos de equipo mayor, el requerimiento para manejo de carga.

Las refacciones que se utilizarán son similares en tipo y solo difieren en tamaño.

Las bombas de este programa son de fabricación estándar, para casi todos los fabricantes, por lo que se tendrán que tomar en cuenta las recomendaciones particulares, cuando se trate de bombas de construcción especial, ajustando los tiempos y las tareas a las indicaciones del proveedor.

Un punto muy importante a considerar en este programa, será la planeación del mantenimiento, para evitar en lo posible la interrupción del servicio; así

mismo, tanto al motor eléctrico como el de combustión interna, debe efectuarse el mantenimiento en forma simultánea con el equipo de bombeo, lo cual representa un ahorro en tiempo por mantenimiento y mayor disponibilidad del equipo en operación.

Posterior al subinciso “d” del mantenimiento preventivo, se presentan las formas de las fichas técnicas para el mantenimiento de los diferentes tipos de bombas.

- d. Descripción de actividades.- A continuación se mencionan las actividades físicas (tareas), necesarias para la aplicación del programa de mantenimiento preventivo, indicado en el subinciso “c”, en el mismo orden en que aparecen en las fichas técnicas.
 - 1. Equipo completo.- A continuación se describen las actividades a efectuar a la bomba en forma integral, adicionalmente a las necesarias a ejecutar en sus principales componentes.
 - 1.1 Verificar el giro del equipo motriz.- En el caso de que el motor que acciona la bomba sea un motor eléctrico, es posible que por alguna conexión inadecuada, se invierta el giro de la bomba, originando que la unidad no proporcione el gasto y la carga demandada, con el alto riesgo de dañar el equipo. En el caso de accionamiento por motor de combustión interna es poco probable que se invierta el sentido de giro.
 - 1.2 Vigilar el comportamiento de los instrumentos.
 - 1.2.1. Limpieza.- Con un trapo húmedo en agua se procede a la limpieza de las carátulas y con gasolina blanca limpie las conexiones.
 - 1.2.2. Calibración.- Dependiendo del tipo de instrumento, éstos pueden ser calibrados en campo o enviados a talleres con personal calificado para dicha calibración. Los instrumentos mecánicos y eléctricos cuentan con un tornillo visible y de fácil acceso para efectuar los ajustes; en instrumentos electrónicos pueden tener tornillos de ajuste o alguna tecla para la calibración. En todos los casos el personal debe estar capacitado para esta tarea y con criterio para determinar si el ajuste efectuado, requiere de comprobación con instrumentos patrón calibrados o incluso si es necesario enviarlo a la fábrica o al proveedor.
 - 1.3. Revisión de parámetros de operación.- Es necesario vigilar las variables de operación como son gasto, presión, corriente y tensión para las bombas equipadas con motores eléctricos, ya que en un

momento dado, la falla podría parecer que se origina en el motor y en realidad se debe al equipo de bombeo, o viceversa.

Un ejemplo muy claro de esto, es la lectura de una demanda mayor a la nominal, ya que es un indicador de que un aislamiento está fallando o está por fallar, sin embargo hay otras variables que pudieran requerir de este aumento, como son una sobrecarga mecánica, falla de cojinetes, o flecha defectuosa.

- 1.4 Escuchar ruidos extraños.- Se debe prestar especial atención a los ruidos que origina la operación de la bomba, como pueden ser ruidos fuertes y con una determinada frecuencia, el de un rotor arrastrando, ocasionará un ruido fuerte y sordo acompañado de vibración, y el de los cojinetes que se analizará especialmente en esa sección.
- 1.5 Limpieza exterior.- Esta tarea tiene como objetivo, conservar la apariencia, facilidad de inspección de su armado y estado de sus elementos y preservar al equipo de efectos de corrosión y deterioro por basura acumulada.

En esta tarea, se debe emplear básicamente trapo húmedo con agua y jabón para el lavado, así como trapo seco para eliminar la humedad.

En el desarrollo de esta tarea se debe reportar al área responsable cualquier anomalía que se presente.

- 1.6 Análisis de bombeo.- Esta tarea de inspección tiene por objetivo, el detectar cualquier posible falla que pudiera presentarse por causa de deterioro de algún componente de la bomba o simplemente el conocimiento de variación de las características de operación de ésta.

Cuando la alteración del comportamiento de la bomba es consecuencia de modificaciones en la operación, pueden afectar la eficiencia y correcto funcionamiento del equipo, por lo que debe ser detectado en este análisis, solicitando al personal de ingeniería y operación que revisen la conveniencia o no de esta modificación.

- 1.7 Ajuste de bombeo.- Como consecuencia del deterioro natural de la bomba, se tiene reducción en la carga y gasto de bombeo, el cual puede ser recuperado por medio de ajuste mediante la tuerca cabecera de la flecha, reduciendo el huelgo entre impulsor y carcasa. Cuando este ajuste sea frecuente o de mayor magnitud debe procederse a realizar un diagnóstico de las condiciones de operación y estado del equipo.

- 1.8 Revisión de acoplamiento con el equipo motriz.- Esta inspección debe efectuarse para evitar vibraciones, así como esfuerzos sobre el equipo de bombeo que afecten su adecuada operación y pudieran acelerar su deterioro. La alineación de las flechas se debe vigilar para evitar que afecte la vida de los cojinetes y bujes. Existen básicamente 4 tipos de acoplamiento los cuales son:

- 1.8.1 Acoplamiento directo.- Las bombas que son accionadas por motores eléctricos con flecha hueca de hecho no cuentan con acoplamiento y su soporte es mediante la tuerca y los cojinetes correspondientes del motor.

Las bombas accionadas por motor eléctrico de flecha sólida se acoplan directamente por medio de un cople flexible. La mitad del cople va montado sobre la flecha de la bomba y la otra mitad a la flecha del motor; entre las dos mitades existe un medio flexible (generalmente neopreno).

Para las bombas horizontales de gran tamaño, este tipo de acoplamiento es muy usual y en este caso, es esencial tener un alineamiento mecánico preciso para una operación satisfactoria, tanto del motor como de la bomba. En general, este alineamiento se obtiene utilizando medidores de carátula y barras de verificación conectadas a la flecha del motor y a su carga.

- 1.8.2 Transmisión por bandas.- Es poco frecuente el empleo de este tipo de transmisión en bombas, en las cuales el motor se soporta 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 deben hacerse de común acuerdo con las recomendaciones del fabricante de bandas y motores.

Para alinear estas transmisiones, se utiliza una regla metálica que dará el plano de las poleas y el ajuste fino se hará con un calibrador de carátula para dejarla alineada perfectamente.

- 1.8.3 Transmisión por engranes.- Este tipo de transmisión se emplea únicamente en las bombas para servicio de lubricación, para los equipos de bombeo de agua muy grandes o en bombas de tipo reciprocante.

El montaje del motor y la bomba 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.

- 1.8.4 Transmisión por cadena.- Las características de esta transmisión son muy parecidas a las de las bandas antes descritas. El alineamiento se realiza 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.
- 1.9 Revisión del acoplamiento con la fontanería.- La descarga de la bomba a través de la fontanería, debe ser revisada para evitar fugas de agua, desalineamiento entre ejes y esfuerzos adicionales sobre la boca de descarga de la bomba.
- 1.10 Vibración.- Se debe tener cuidado al analizar las vibraciones que presenta una bomba, ya que éstas pueden ser originadas por:
 - 1.10.1 Falla en la cimentación o soportaría, lo cual se resuelve corrigiendo el anclaje o apretando las tuercas o tornillos de los soportes.
 - 1.10.2 Acoplamiento inadecuado, provocado generalmente por mal alineamiento, desgaste o tornillería suelta de los elementos que forman el acoplamiento.
 - 1.10.3 Por defecto en los cojinetes, punto que se analizará en el relativo a cojinetes.
 - 1.10.4 Por defecto en algún centrador (araña), tal como desgaste del cojinete o el buje de la flecha, el cual debe ser substituido.
 - 1.10.5 Por desalineamiento de la flecha, originado por falla en el pozo. En este tipo de problema se debe dar aviso a los directivos del área responsable para tomar las providencias necesarias, como sacar la bomba y revisar el ademe.
- 1.11 Prueba de bombeo.- Esta tarea de inspección, debe efectuarse previamente al mantenimiento y posteriormente para evaluar las condiciones a las cuales estaba sujeta la bomba, efectuar los ajustes pertinentes en su mantenimiento, incluyendo reemplazo del equipo o su sustitución (selección de un nuevo equipo) y establecer las condiciones sobre las cuales, habrá de trabajar la bomba, indicando las precauciones que deben tomarse para su mejor aprovechamiento.

2. Bomba en particular.- A continuación se describen las actividades a efectuar a la bomba, en forma independiente de los demás elementos que integran el equipo de bombeo.

2.1 Evaluación general.- Antes de efectuar cualquiera de las actividades de mantenimiento, es necesario evaluar el comportamiento y estado de la bomba, para obtener conclusiones de su funcionamiento, operación y cuidado de ella. Una vez efectuada la evaluación general de la bomba montada y armada, se puede proceder a su desmontaje y posteriormente a su desarmado, sin dejar en cada paso, de evaluar y tratar de sacar conclusiones.

2.2. Revisar tazones.

2.2.1 Verificar estado de tazones y carcasa.- En ellos se debe observar el deterioro del material por efectos de la calidad del agua y acciones como la cavitación, así como defectos de fabricación o su mala calidad. En general en bombas pequeñas (50 mm de diámetro o menos) no se considera conveniente la reparación de los tazones y se deben cambiar, eliminando las condiciones que hubieren acelerado su deterioro natural.

2.2.2 Limpieza de la carcasa y tazones.- Se debe usar una tela húmeda mas no goteando, con un solvente derivado del petróleo, para remover el aceite o la grasa, así como la basura que se halla acumulado. El uso de estos solventes implica el tomar precauciones en lo referente a la inflamabilidad y posibles reacciones dañinas en la salud del personal. Posteriormente se debe efectuar una limpieza enérgica al metal gris, para lo cual se puede utilizar una cerda de acero dejándolo casi blanco y proceder a un sistema de recubrimiento, conforme a las instrucciones del fabricante.

2.3 Revisión y limpieza de impulsores.

2.3.1 Verificar estado del impulsor. Examinar visualmente el impulsor para determinar si existen fisuras en los álaves, lo que ocasionará vibración adicional a la bomba, asimismo, debe revisarse el buje y el cuñero (si existe). Determinar si las tolerancias ya son muy grandes, comparar con las especificaciones técnicas del fabricante y verificar el material. En cualquiera de estos casos, éste debe ser reemplazado.

El daño o pérdida en los álaves obliga al reemplazo del impulsor.

- 2.3.2 Limpieza. Se debe realizar con un trapo húmedo, una brocha y algún solvente derivado del petróleo, posteriormente, cuando ya esté seco, se debe revisar si existen picaduras, desgaste excesivo o rayones sobre su superficie.

Si presenta asperezas, rebabas o desprendimientos de material se debe eliminar con lima y asentar con lija.

- 2.3.3. Enmetalado o colocación de buje a presión y maquinado. A criterio del personal calificado encargado del mantenimiento y revisión del impulsor, se debe determinar la conveniencia de la reparación del impulsor o su cambio. Generalmente la reparación del impulsor debe efectuarla una empresa especializada.

- 2.3.4 Balanceo. Como resultado de la evaluación de la bomba y las revisiones de los tazones e impulsores, se determina la necesidad de proceder al balanceo del impulsor, esta tarea se debe realizar por parte de compañías especializadas, ya que se requiere un equipo muy sofisticado para llevarlo a cabo con precisión. Esta tarea debe efectuarse en todos aquellos impulsores que sean reparados.

- 2.3.5 limpieza de cojinetes y bujes metálicos. Para lavar los cojinetes y bujes metálicos extraídos o nuevos, se sumergen en gasolina blanca calentada a una temperatura de 313 a 333 K (40 a 60° C), se limpian bien y luego se les da un baño en gasolina blanca como acabado.

En los cojinetes y bujes de material sintético deben seguirse las instrucciones de limpieza proporcionadas por el fabricante.

- 2.3.6 Para el caso de cojinetes planos o chumaceras. En bombas lubricadas por aceite, la limpieza se realiza en la misma forma que el punto inmediato anterior, únicamente hay que limpiar la caja de aceite con gasolina blanca e instalar el anillo elevador de aceite en la tapa, colocándola adecuadamente para que no toque la concha de la chumacera durante la inserción de la misma.

- 2.3.7 Armado de cojinetes. Se realiza teniendo la precaución en su montaje de que los cojinetes, queden alineados a las tapas y se tenga el huelgo establecido por los datos técnicos del fabricante.

- 2.3.8 Instalación de tapas para chumaceras. En bombas lubricadas por aceite, 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 babbit. Rellenar con el aceite adecuado e instalar la cubierta de inspección del anillo de lubricación.

- 2.3.9 Verificar el claro que existe entre la carcasa y el impulsor, que es variable dependiendo del tamaño de la bomba. En las bombas que tienen anillos de desgaste se debe verificar con mayor precisión esta holgura.
- 2.4 Cambio de anillos de desgaste.- Los equipos menores, generalmente no cuentan con este componente que permite obtener altas eficiencias. Estos anillos están sujetos al desgaste natural por abrasión del material al paso del agua y su reemplazo, se hace necesario para recuperar la eficiencia perdida. Su cambio es simplemente desatornillar y volver a montar, debiendo asegurar su adecuada posición.
- 2.5 Limpieza del colador.- Se debe usar un trapo húmedo con algún solvente derivado del petróleo, para remover el aceite o grasa, así como el óxido y corrosión que se haya originado en su superficie.
- 2.6 Cambio de bujes del tazón.- Con la bomba y columna desmontadas, se procede a desarmar el tazón superior del tazón intermedio adyacente, en el tazón superior se desensambla el anillo de desgaste y la chumacera intermedia. Se quita el collar de empuje del impulsor, quitar el anillo partido y sacar el impulsor de la flecha de la bomba y retirar la cuña del impulsor.

Repetir los pasos anteriores para desensamblar el cuerpo de tazones completamente.

Verificar la tolerancia entre bujes y flecha y comparar con las especificaciones técnicas del fabricante, si no las cumplen, proceder a la substitución de los bujes.

- 2.7 Cambio del colador.- Con la bomba desmontada se procede a desarmar la campana de succión y se retira la malla, sustituyéndola por otra similar, si las condiciones de operación son las mismas.
- 2.8 Cambio de impulsores.- Siguiendo los pasos del subinciso E.01.d., se limpian con un solvente derivado del petróleo y se examinan cuidadosamente todas las superficies para ver si hay desgaste indebido, como el de abrasión, corrosión o cavitación, si existe algún daño se valora la posibilidad de reparación, si no es posible que se lleve a cabo se procede a la substitución.

Siempre que se retire durante una reparación un impulsor del rotor de la bomba, debe balancearse.

- 2.9 Revisión y balanceo de flecha de la bomba.- Simultáneamente a la realización del punto anterior se procede a inspeccionar la flecha, para determinar si no presenta deformaciones o desgaste en las áreas de contacto con los bujes. Si esto sucede hay que valorar el daño para proceder a su reparación y posteriormente a su balanceo en una compañía especializada.

2.10 Revisión y carga de lubricante.

2.10.1 Bombas lubricadas por agua. En este tipo de bombas cuyas chumaceras de hule se lubrican por agua, se instala un tanque de pre lubricación, el cual se instala de tal modo que su base esté a la misma altura de la entrada del cabezal. Antes de arrancar la bomba se deja correr por lo menos la mitad del contenido del tanque para mojar las chumaceras de hule de la flecha.

2.10.2 Bombas lubricadas por aceite. Las chumaceras reciben su lubricación por la aceitera instalada en un lado del cabezal de descarga. La operación se puede llevar a cabo, manual o automáticamente.

Debe verificarse el envase del lubricador para cerciorarse que en su posición de servicio salga libremente el aceite. Para columnas largas y después de descansos prolongados se recomienda hacer funcionar el lubricador unos minutos antes de poner en movimiento la bomba.

El aceite que se utilice debe ser de una viscosidad SAE 20, también puede utilizarse aceite lubricante para refrigeración o compresores de amoníaco. (Tabla 1)

2.10.3 Cabezal de descarga. En las bombas lubricadas por agua al arrancar o después de haber cambiado empaques gastados, los tornillos del prensa-estopa se aprietan solamente con los dedos. Al trabajar la bomba se sigue apretando con la llave hasta que solamente salga poca agua entre el empaque y la flecha, cantidad de agua que es necesaria para lubricar y enfriar el empaque.

Con el tiempo, habrá que seguir apretando los tornillos del prensa-estopa, si comienza a escurrir más agua de la necesaria, cuando el prensa-estopa ya no pueda bajarse más y si sigue escurriendo agua en abundancia, significa que el empaque se gastó y debe reemplazarse.

Se recomienda utilizar empaque especial de material y tamaño apropiados, de forma cuadrada de cáñamo, asbesto grafitado o empaque Pomona, empaque Garlock N° 32 o equivalente.

2.10.4 Balero principal (de carga axial). El balero se encuentra en el motor eléctrico o cabezal de engranes, o dentro del mismo cabezal de descarga. Su importancia es evidente ya que tiene que soportar todo el peso de la flecha, impulsores y el empuje hidráulico de la columna de agua.

Este rodamiento trabaja sumergido en aceite, dentro de una caja receptora de lubricante que se llena hasta el nivel marcado, cuando la bomba se encuentra detenida, condición que hay que respetar para la recarga del mismo. (Si se usan rodamientos lubricados por grasa se deben seguir las instrucciones técnicas proporcionadas por el fabricante).

En condiciones normales de operación debe cambiarse cada 180 días, efectuándose además, el lavado de la caja y rodamientos con gasolina, dejando secar antes de proceder a rellenar la caja nuevamente con el lubricante.

Normalmente se utiliza aceite de viscosidad SAE 30, sin embargo, se puede usar SAE 10 o SAE 20 y en caso de cabezales de fabricación especial, el tipo de lubricante adecuado debe estar indicado en una placa al lado de la caja.

3. Columna.- Las operaciones que aquí se detallan, son para columnas de bombas verticales convencionales, pero son aplicables también para las bombas tipo sumergibles, lo único que hay que suprimir son los subpárrafos 3.1 Revisión y cambio de centradores, 3.2 Revisión y cambio de manguitos, 3.4 Revisión y balanceo de la flecha, lo anterior en virtud de que estas bombas no tienen flecha.

3.1 Revisión y cambio de centradores.- Con la columna y flechas desarmadas, se procede a retirar los tornillos que sujetan el centrador a la columna y se comprueba su estado, si el deterioro es mayor se procede a su reemplazo.

3.2 Revisión y cambio de manguitos.- Los manguitos de flecha son generalmente la parte de la bomba que se desgasta más rápidamente y la que se requiere más frecuentemente reponerse. Una vez que los manguitos se han desgastado apreciablemente, la empaquetadura no debe ajustarse para evitar escurrimiento excesivo.

Para acceder a estas piezas, se procede a desacoplar y retirar el elemento motriz de la columna y flecha, localizando uno en la flecha superior y el otro en la flecha motriz.

- 3.3 Alineamiento y verticalidad de columna.- El alineamiento de la columna con la flecha motriz de transmisión es indispensable para evitar esfuerzos radiales sobre los acoplamientos y como consecuencia sobre el cuerpo de la columna y su cabezal o placa soporte.

Es importante obtener la verticalidad de la columna, ya que una desviación representa desgaste acelerado de los cojinetes y todos los elementos asociados como bujes, centradores y flecha. Por lo tanto, la falta de verticalidad de la bomba es una actividad básica del mantenimiento, en caso de no obtenerse la verticalidad se debe modificar la selección de la bomba, por aquella que permita operar con la flecha inclinada.

La forma de determinar el alineamiento y verticalidad es mediante plomada y regla.

- 3.4 Revisión y balanceo de flecha.- Desacoplada la bomba y los tramos de columna y flecha, se revisa el estado que guardan los tramos de la flecha motriz, verificando deformaciones, desgaste y balanceo, comparar con las especificaciones y proceder a su reparación o sustitución. El balanceo debe ser dinámico y los resultados de éste deben reportarse, iniciando el tramo, para efectuar el seguimiento y comprobar la calidad del balanceo y la afectación externa que ocasiona esta falla.
- 3.5. Limpieza y pintura general.- En esta actividad, se desensamblará completamente la columna, procediendo a la limpieza de cada parte de la siguiente manera: Desacoplar la bomba de la columna y flecha, retirar cada uno de los tramos de la columna y limpiarlos con un solvente y después con una solución que remueva el óxido. Posteriormente proceder a una limpieza enérgica utilizando una cerda de acero, a metal casi blanco y proceder a un sistema de recubrimiento (primario, enlace y acabado) de acuerdo a su aplicación.

4. Cabezal.

- 4.1 Vigilar goteo del prensa estopa.- Ajustar el prensa estopa de tal forma que el sello del estopero permita fluir el agua a través de él, obteniendo lubricación y fundamentalmente, mantener una temperatura constante en la flecha alrededor de 333 K (60 °C).

- 4.2 Ajuste y engrasado del prensa estopa.- El prensa estopa cuenta con una graser para este efecto, se debe inyectar la grasa del tipo adecuado y la cantidad por aplicar variará, en función del tamaño de la bomba (velocidad y carga), considerando en general 50 a 400 g (3 a 26 onzas) por inyección.
- 4.3 Cambio de junta y empaque de estopero.- Para acceder a la junta y empaque, es necesario desacoplar la bomba de la columna, flecha de transmisión y soportar la bomba con un malacate para cambiarlas.
- 4.4 Ajuste de soportes.- Rectificar el apriete de los tornillos de anclaje, si están flojos proceder a su apriete de acuerdo al tamaño de la bomba y longitud de la columna. Revisar si las cuñas y lana de ajuste se encuentran en su lugar y verificar la correcta posición de la flecha. Si no se consigue así, proceder a la corrección ajustando las cuñas. Revisar la sujeción del motor o flecha al cabezal. Si los tornillos perdieron apriete proceder a apretar de acuerdo a las dimensiones de la bomba.
- 4.5 Limpieza y pintura en general.- Se procede a limpiar de polvo, grasa, aceite y basura con una brocha y solvente; posteriormente, se debe efectuar una limpieza enérgica a metal casi blanco conforme al patrón establecido para el primario por aplicar y proceder a un sistema de recubrimiento, preferentemente a base de resinas epóxicas. Todos los fabricantes de este material editan la información con el proceso detallado para la aplicación de su producto.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO EQUIPOS DE BOMBEO	E.01.C.1
BOMBA VERTICAL PARA POZO TIPO CONVENCIONAL AGUA LIMPIA	Pasos n Velocidad de 1 200 a 3 600 (rpm) Longitud de columna n (m) Diámetro del ademe n (mm)

PARTE	CLAVE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (días)
1 EQUIPO COMPLETO	1	Vigilar giro de equipo motriz	30
	2	Vigilar comportamiento de instrumentos	30
	3	Revisión de parámetros de operación	30
	4	Escuchar ruidos extraños	30
	5	Limpieza exterior	30
	6	Análisis de bombeo	180
	7	Ajuste de bombeo	180
	8	Revisión de acoplamiento de equipo automotriz	180
	9	Revisión de acoplamiento a la fontanería	180
	10	Vibración (cimentación, soportes, etc.)	360
	11	Pruebas de bombeo	720
2 BOMBA	1	Evaluación general	1,440
	2	Revisar tazones	1,440
	3	Revisión de impulsores	1,440
	4	Cambios de anillos de desgaste	1,440
	5	Limpieza y pintura en general	1,440
	6	Limpieza del colador	1,440
	7	Cambio de bujes del tazón	1,440
	8	Cambio del colador	2,880
	9	Cambio de impulsores	2,880
	10	Revisión y balanceo de flecha de bomba	2,880
	11	Revisión y carga de lubricante	30
3 COLUMNA	1	Revisión y cambio de bujes y manguitos	1,440
	2	Revisión y cambio de centradores	1,440
	3	Revisión y balanceo de flecha	1,440
	4	Alineamiento y verticalidad de columna	1,440
	5	Limpieza y pintura general	1,440
4 CABEZAL	1	Vigilar goteo para prensa estopa	90
	2	Ajuste y engrasado de prensa estopa	180
	3	Cambio de junta y empaque de estopero	360
	4	Ajuste de soportes	360
	5	Limpieza y pintura en general	360

MANTENIMIENTO PREVENTIVO EQUIPOS DE BOMBEO	E.01.C.2
BOMBA VERTICAL PARA POZO TIPO SUMERGIBLE AGUA LIMPIA	Pasos n Velocidad de 1 200 a 3 600 (rpm) Longitud de la columna n (m) Diámetro del ademe n (mm)

PARTE	CLAVE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (días)
1 EQUIPO COMPLETO	1	Vigilar giro de equipo motriz	30
	2	Vigilar comportamiento de instrumentos	30
	3	Revisión de parámetros de operación	30
	4	Escuchar ruidos extraños	30
	5		
	6	Análisis de bombeo	180
	7		
	8		
	9	Revisión de acoplamiento a la fontanería	180
	10	Vibración (cimentación, soportes, etc.)	360
	11	Pruebas de bombeo	720
2 BOMBA	1	Evaluación general	1,440
	2	Revisar tazones	1,440
	3	Revisión de impulsores	1,440
	4	Cambios de anillos de desgaste	1,440
	5	Limpieza y pintura en general	1,440
	6	Limpieza del colador	1,440
	7	Cambio de bujes del tazón	1,440
	8	Cambio del colador	2,880
	9	Cambio de impulsores	2,880
	10	Revisión y balanceo de flecha de bomba	2,880
	11		
3 COLUMNA	1		
	2		
	3		
	4	Alineamiento y verticalidad de columna	1,440
	5	Limpieza y pintura general	1,440
4 CABEZAL	1		
	2		
	3		
	4	Ajuste de soportes	360
	5	Limpieza y pintura en general	360
5 MOTOR SUMERGIBLE	1	Vigilar integridad del cable eléctrico	180
	2		
	3		

MANTENIMIENTO PREVENTIVO EQUIPOS DE BOMBEO	E.01.C.3
BOMBA VERTICAL EN CÁRCAMO TIPO CONVENCIONAL AGUA LIMPIA	Pasos n Velocidad de 1 200 a 3 600 (rpm) Longitud de columna n (m)

PARTE	CLAVE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (días)
1 EQUIPO COMPLETO	1	Vigilar giro de equipo motriz	30
	2	Vigilar comportamiento de instrumentos	30
	3	Revisión de parámetros de operación	30
	4	Escuchar ruidos extraños	30
	5	Limpieza exterior	30
	6	Análisis de bombeo	180
	7	Ajuste de bombeo	180
	8	Revisión de acoplamiento de equipo automotriz	180
	9	Revisión de acoplamiento a la fontanería	180
	10	Vibración (cimentación, soportes, etc.)	360
	11	Pruebas de bombeo	720
2 BOMBA	1	Evaluación general	1,440
	2	Revisar tazones	1,440
	3	Revisión de impulsores	1,440
	4	Cambios de anillos de desgaste	1,440
	5	Limpieza y pintura en general	1,440
	6	Limpieza del colador	1,440
	7	Cambio de bujes del tazón	1,440
	8	Cambio del colador	2,880
	9	Cambio de impulsores	2,880
	10	Revisión y balanceo de flecha de bomba	2,880
	11	Revisión y carga de lubricante	30
3 COLUMNA	1	Revisión y cambio de bujes y manguitos	1,440
	2	Revisión y cambio de centradores	1,440
	3	Revisión y balanceo de flecha	1,440
	4	Alineamiento y verticalidad de columna	1,440
	5	Limpieza y pintura general	1,440
4 CABEZAL	1	Vigilar goteo para prensa estopa	90
	2	Ajuste y engrasado de prensa estopa	180
	3	Cambio de junta y empaque de estopero	360
	4	Ajuste de soportes	360
	5	Limpieza y pintura en general	360
5 TRABAJO DENTRO DEL CÁRCAMO	1	Alineamiento y verticalidad de columna	720
	2	Revisión y limpieza del colador	720

MANTENIMIENTO PREVENTIVO EQUIPOS DE BOMBEO	E.01.C.4
BOMBA VERTICAL EN CÁRCAMO TIPO SUMERGIBLE AGUA LIMPIA	Pasos n Velocidad 1 200 a 3 600 (rpm) Longitud de columna n (m)

PARTE	CLAVE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (días)
1 EQUIPO COMPLETO	1	Vigilar giro de equipo motriz	30
	2	Vigilar comportamiento de instrumentos	30
	3	Revisión de parámetros de operación	30
	4	Escuchar ruidos extraños	30
	5		
	6	Análisis de bombeo	180
	7		
	8		
	9	Revisión de acoplamiento a la fontanería	180
	10	Vibración (cimentación, soportes, etc.)	360
	11	Pruebas de bombeo	720
2 BOMBA	1	Evaluación general	1,440
	2	Revisar tazones	1,440
	3	Revisión de impulsores	1,440
	4	Cambios de anillos de desgaste	1,440
	5	Limpieza y pintura en general	1,440
	6	Limpieza del colador	1,440
	7	Cambio de bujes del tazón	1,440
	8	Cambio del colador	2,880
	9	Cambio de impulsores	2,880
	10	Revisión y balanceo de flecha de bomba	2,880
	11		
3 COLUMNA	1		
	2		
	3		
	4	Alineamiento y verticalidad de columna	1,440
	5	Limpieza y pintura general	1,440
4 PLACA SOPORTE	1		
	2		
	3		
	4	Ajuste de soportes	360
	5	Limpieza y pintura en general	360
5 MOTOR SUMERGIBLE	1	Vigilar integridad del cable eléctrico	180
	2		
6 TRABAJOS DENTRO DEL CÁRCAMO	1	Alineamiento y verticalidad de columna	720
	2	Revisión y limpieza del colador	720
	3		

MANTENIMIENTO PREVENTIVO EQUIPOS DE BOMBEO	E.01.C.5
FLUJO AXIAL BOMBA VERTICAL EN CÁRCAMO TIPO CONVENCIONAL AGUAS NEGRAS	Pasos n Velocidad 1 200 a 3 600 (rpm) Longitud de columna n (m) Paso de esfera n (mm)

PARTE	CLAVE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (días)
1 EQUIPO COMPLETO	1	Vigilar giro de equipo motriz	30
	2	Vigilar comportamiento de instrumentos	30
	3	Revisión de parámetros de operación	30
	4	Escuchar ruidos extraños	30
	5	Limpieza exterior	30
	6	Análisis de bombeo	180
	7	Ajuste de bombeo	180
	8	Revisión de acoplamiento de equipo automotriz	180
	9	Revisión de acoplamiento a la fontanería	180
	10	Vibración (cimentación, soportes, etc.)	360
	11	Pruebas de bombeo	1,080
2 BOMBA	1	Evaluación general	1,080
	2	Revisar tazones	1,080
	3	Revisión de impulsores	1,080
	4	Cambios de anillos de desgaste	1,080
	5	Limpieza y pintura en general	1,080
	6	Limpieza del colador	1,080
	7	Cambio de bujes del tazón	1,080
	8	Cambio del colador	2,160
	9	Cambio de impulsores	2,160
	10	Revisión y balanceo de flecha de bomba	2,160
	11	Revisión y carga de lubricante	30
3 COLUMNA	1	Revisión y cambio de bujes y manguitos	1,080
	2	Revisión y cambio de centradores	1,080
	3	Revisión y balanceo de fecha	1,080
	4	Alineamiento y verticalidad de columna	1,080
	5	Limpieza y pintura general	1,080
4 CABEZAL	1	Vigilar goteo para prensa estopa	90
	2	Ajuste y engrasado de prensa estopa	180
	3	Cambio de junta y empaque de estopero	360
	4	Ajuste de soportes	360
	5	Limpieza y pintura en general	360
5 TRABAJO DENTRO DEL CÁRCAMO	1	Alineamiento y verticalidad de columna	360
	2	Revisión y limpieza del colador	360

MANTENIMIENTO PREVENTIVO EQUIPOS DE BOMBEO	E.01.C.6
FLUJO MIXTO BOMBA VERTICAL EN CÁRCAMO TIPO CONVENCIONAL AGUAS NEGRAS	Pasos n Velocidad de 1 200 a 3 600 (rpm) Longitud de columna n (m) Paso de esfera n (mm)

PARTE	CLAVE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (días)
1 EQUIPO COMPLETO	1	Vigilar giro de equipo motriz	30
	2	Vigilar comportamiento de instrumentos	30
	3	Revisión de parámetros de operación	30
	4	Escuchar ruidos extraños	30
	5	Limpieza exterior	30
	6	Análisis de bombeo	180
	7	Ajuste de bombeo	180
	8	Revisión de acoplamiento de equipo automotriz	180
	9	Revisión de acoplamiento a la fontanería	180
	10	Vibración (cimentación, soportes, etc.)	360
	11	Pruebas de bombeo	1,080
2 BOMBA	1	Evaluación general	1,080
	2	Revisar tazones	1,080
	3	Revisión de impulsores	1,080
	4	Cambios de anillos de desgaste	1,080
	5	Limpieza y pintura en general	1,080
	6	Limpieza del colador	1,080
	7	Cambio de bujes del tazón	1,080
	8	Cambio del colador	2,160
	9	Cambio de impulsores	2,160
	10	Revisión y balanceo de flecha de bomba	2,160
	11	Revisión y carga de lubricante	30
3 COLUMNA	1	Revisión y cambio de bujes y manguitos	1,080
	2	Revisión y cambio de centradores	1,080
	3	Revisión y balanceo de flecha	1,080
	4	Alineamiento y verticalidad de columna	1,080
	5	Limpieza y pintura general	1,080
4 CABEZAL	1	Vigilar goteo para prensa estopa	90
	2	Ajuste y engrasado de prensa estopa	180
	3	Cambio de junta y empaque de estopero	360
	4	Ajuste de soportes	360
	5	Limpieza y pintura en general	360
5 TRABAJO DENTRO DEL CÁRCAMO	1	Alineamiento y verticalidad de columna	360
	2	Revisión y limpieza del colador	360

MANTENIMIENTO PREVENTIVO EQUIPOS DE BOMBEO	E.01.C.7
BOMBA VERTICAL EN CÁRCAMO TIPO INATASCABLE AGUAS NEGRAS	Pasos n Velocidad 1 200 a 3 600 (rpm) Longitud de columna n (m) Paso de esfera n (mm)

PARTE	CLAVE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (días)
1 EQUIPO COMPLETO	1	Vigilar giro de equipo motriz	30
	2	Vigilar comportamiento de instrumentos	30
	3	Revisión de parámetros de operación	30
	4	Escuchar ruidos extraños	30
	5	Limpieza exterior	30
	6	Análisis de bombeo	180
	7	Ajuste de bombeo	180
	8	Revisión de acoplamiento de equipo automotriz	180
	9	Revisión de acoplamiento a la fontanería	180
	10	Vibración (cimentación, soportes, etc.)	360
	11	Pruebas de bombeo	1,080
2 BOMBA	1	Evaluación general	1,080
	2	Revisar tazones	1,080
	3	Revisión de impulsores	1,080
	4	Cambios de anillos de desgaste	1,080
	5	Limpieza y pintura en general	1,080
	6	Limpieza del colador	1,080
	7	Cambio de bujes del tazón	1,080
	8	Cambio del colador	2,160
	9	Cambio de impulsores	2,160
	10	Revisión y balanceo de flecha de bomba	2,160
	11	Revisión y carga de lubricante	30
3 COLUMNA	1	Revisión y cambio de bujes y manguitos	1,080
	2	Revisión y cambio de centradores	1,080
	3	Revisión y balanceo de fecha	1,080
	4	Alineamiento y verticalidad de columna	1,080
	5	Limpieza y pintura general	1,080
4 CABEZAL	1	Vigilar goteo para prensa estopa	90
	2	Ajuste y engrasado de prensa estopa	180
	3	Cambio de junta y empaque de estopero	360
	4	Ajuste de soportes	360
	5	Limpieza y pintura en general	360
5 TRABAJOS DENTRO DEL CÁRCAMO	1	Alineamiento y verticalidad de columna	360
	2	Revisión y limpieza del colador	360

MANTENIMIENTO PREVENTIVO EQUIPOS DE BOMBEO	E.01.C.8
BOMBA HORIZONTAL AGUAS NEGRAS	Pasos 1,2 Velocidad 1 200 a 3 600 (rpm) Succión simple y doble

PARTE	CLAVE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA
1 EQUIPO COMPLETO	1	Vigilar giro de equipo motriz	30
	2	Vigilar comportamiento de instrumentos	30
	3	Revisión de parámetros de operación	30
	4	Escuchar ruidos extraños	30
	5	Limpieza exterior	30
	6	Análisis de bombeo	180
	7	Ajuste de bombeo	30
	8	Revisión de acoplamiento de equipo automotriz	180
	9	Revisión de acoplamiento a la fontanería	180
	10	Vibración (cimentación, soportes, etc.)	360
	11	Pruebas de bombeo	720
2 BOMBA	1	Evaluación general	1,440
	2	Revisar tazones	1,440
	3	Revisión de impulsores	1,440
	4	Cambios de anillos de desgaste	1,440
	5	Limpieza y pintura en general	1,440
	6	Limpieza del colador	1,440
	7	Cambio de bujes del tazón	1,440
	8		
	9	Cambio de impulsores	2,880
	10	Revisión y balanceo de flecha de bomba	2,880
	11	Revisión y carga de lubricante	30
	12	Vigilar expulsión de aire de carcasa	15
	13	Cambio de junta y empaque de estopero	720

MANTENIMIENTO PREVENTIVO EQUIPOS DE BOMBEO	E.01.C.9
BOMBA HORIZONTAL AGUAS NEGRAS	Pasos 1,2 Velocidad 1 200 a 3 600 (rpm) Succión simple y doble

PARTE	CLAVE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (días)
1 EQUIPO COMPLETO	1	Vigilar giro de equipo motriz	30
	2	Vigilar comportamiento de instrumentos	30
	3	Revisión de parámetros de operación	30
	4	Escuchar ruidos extraños	30
	5	Limpieza exterior	30
	6	Análisis de bombeo	180
	7	Ajuste de bombeo	30
	8	Revisión de acoplamiento de equipo automotriz	180
	9	Revisión de acoplamiento a la fontanería	180
	10	Vibración (cimentación, soportes, etc.)	360
	11	Pruebas de bombeo	720
2 BOMBA	1	Evaluación general	1,080
	2	Revisar tazones	1,080
	3	Revisión de impulsores	1,080
	4	Cambios de anillos de desgaste	1,080
	5	Limpieza y pintura en general	1,080
	6	Limpieza del colador	1,080
	7	Cambio de bujes del tazón	1,080
	8	Cambio de colador	2,160
	9	Cambio de impulsores	2,160
	10	Revisión y balanceo de flecha de bomba	2,160
	11	Revisión y carga de lubricante	30
	12	Vigilar expulsión de aire de carcasa	15
	13	Cambio de junta y empaque de estopero	720

MANTENIMIENTO PREVENTIVO EQUIPOS DE BOMBEO	E.01.C.10
BOMBA HORIZONTAL TIPO INATASCABLE AGUAS NEGRAS	Pasos 1,2 Velocidad 1 200 a 3 600 (rpm) Succión simple

PARTE	CLAVE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA
1 EQUIPO COMPLETO	1	Vigilar giro de equipo motriz	30
	2	Vigilar comportamiento de instrumentos	30
	3	Revisión de parámetros de operación	30
	4	Escuchar ruidos extraños	30
	5	Limpieza exterior	30
	6	Análisis de bombeo	180
	7	Ajuste de bombeo	180
	8	Revisión de acoplamiento de equipo automotriz	180
	9	Revisión de acoplamiento a la fontanería	180
	10	Vibración (cimentación, soportes, etc.)	360
	11	Pruebas de bombeo	720
2 BOMBA	1	Evaluación general	1,080
	2	Revisar tazones	1,080
	3	Revisión de impulsores	1,080
	4	Cambios de anillos de desgaste	1,080
	5	Limpieza y pintura en general	1,080
	6	Limpieza del colador	1,080
	7	Cambio de bujes del tazón	1,080
	8	Cambio de colador	2,160
	9	Cambio de impulsores	2,160
	10	Revisión y balanceo de flecha de bomba	2,160
	11	Revisión y carga de lubricante	30
	12	Vigilar expulsión de aire de carcasa	15
	13	Cambio de junta y empaque de estopero	720

MANTENIMIENTO PREVENTIVO EQUIPOS DE BOMBEO			E.01.C.11
BOMBA VERTICAL EN CÁRCAMO INATASCABLE TIPO SUMERGIBLE AGUAS NEGRAS		Pasos n Velocidad 1 200 a 3 600 (rpm) Long. Columna n (m) Paso de esfera n (mm)	
PARTE	CLAVE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (días)
1 EQUIPO COMPLETO	1	Vigilar giro de equipo motriz	30
	2	Vigilar comportamiento de instrumentos	30
	3	Revisión de parámetros de operación	30
	4	Escuchar ruidos extraños	30
	5		
	6	Análisis de bombeo	180
	7		
	8		
	9	Revisión de acoplamiento a la fontanería	180
	10	Vibración (cimentación, soportes, etc.)	360
	11	Pruebas de bombeo	1,080
2 BOMBA	1	Evaluación general	1,080
	2	Revisar tazones	1,080
	3	Revisión de impulsores	1,080
	4	Cambios de anillos de desgaste	1,080
	5	Limpieza y pintura en general	1,080
	6	Limpieza del colador	1,080
	7	Cambio de bujes del tazón	1,080
	8	Cambio del colador	2,160
	9	Cambio de impulsores	2,160
	10	Revisión y balanceo de flecha de bomba	2,160
	11		
3 COLUMNA	1		
	2		
	3	Revisión y balanceo de fecha	1,080
	4		
	5	Limpieza y pintura general	1,080
4 PLACA DE SOPORTE	1		
	2		
	3		
	4	Ajuste de soportes	360
	5	Limpieza y pintura en general	360
5 MOTOR SUMERGIBLE	1	Vigilar integridad de cable eléctrico	360
	2		
6 TRABAJOS DENTRO DEL CÁRCAMO	1	Alineamiento y verticalidad de columna	360
	2	Revisión y limpieza del colador	360
	3		

MANTENIMIENTO PREVENTIVO EQUIPOS DE BOMBEO			E.01.C.12
BOMBA VERTICAL EN CÁRCAMO TIPO SUMERGIBLE AGUAS NEGRAS			Pasos n Velocidad de 1 200 a 3 600 (rpm) Long. Columna n (m) Paso de esfera n (mm)
PARTE	CLAVE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (días)
1 EQUIPO COMPLETO	1	Vigilar giro de equipo motriz	30
	2	Vigilar comportamiento de instrumentos	30
	3	Revisión de parámetros de operación	30
	4	Escuchar ruidos extraños	30
	5		
	6	Análisis de bombeo	180
	7		
	8		
	9	Revisión de acoplamiento a la fontanería	180
	10	Vibración (cimentación, soportes, etc.)	360
	11	Pruebas de bombeo	1,080
2 BOMBA	1	Evaluación general	1,080
	2	Revisar tazones	1,080
	3	Revisión de impulsores	1,080
	4	Cambios de anillos de desgaste	1,080
	5	Limpieza y pintura en general	1,080
	6	Limpieza del colador	1,080
	7	Cambio de bujes del tazón	1,080
	8	Cambio del colador	2,160
	9	Cambio de impulsores	2,160
	10	Revisión y balanceo de flecha de bomba	2,160
	11		
3 COLUMNA	1		
	2		
	3	Revisión y balanceo de flecha	1,080
	4		
	5	Limpieza y pintura general	1,080
4 PLACA DE SOPORTE	1		
	2		
	3		
	4	Ajuste de soportes	360
	5	Limpieza y pintura en general	360
5 MOTOR SUMERGIBLE	1	Vigilar integridad de cable eléctrico	360
	2		
6 TRABAJOS DENTRO DEL CÁRCAMO	1	Alineamiento y verticalidad de columna	360
	2	Revisión y limpieza del colador	360
	3		

E.02. MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

Para facilitar la operación del mantenimiento correctivo y dado que cada problema puede ser motivado por varias causas, en este inciso se indicará la falla, la causa probable y la medida correctiva a cada caso.

a. La bomba no arranca.

1. Revisar el motor y sus accesorios, repararlo o reponerlo si es necesario.
2. El impulsor roza con la carcasa:
Ocasionado por prensa-estopa demasiado apretada, por lo que se debe aflojar y revisar el estado del empaque, sustituirlo si es necesario.
3. Alineamiento de la flecha:
Revisar el alineamiento de la flecha de la bomba con el motor, proceder a realizar las medidas correctivas conducentes.
4. Cojinetes dañados:
Proceder a su reemplazo
5. Obstrucción del impulsor:
En este caso, se debe retirar el obstáculo (madera, alambre, basura, etc.) y revisar si no ocasionó daños mayores.

b. La bomba no entrega el gasto.

1. La bomba no fue purgada (para el caso de que se trate de este requisito de operación):
Proceder a purgar la bomba de acuerdo al sistema que se tenga implementado para este caso.
2. Válvula de succión cerrada:
Abrir la válvula de succión.
3. Sentido de rotación invertido:
Revisar el sentido de rotación de la bomba y cambiar las fases en las terminales del arrancador de la bomba.
4. Altura de descarga excesiva:
Verificar las condiciones de operación, pérdidas por fricción en la tubería, así como las alturas de succión y descarga.
5. Altura de succión demasiado baja:
Revisar el nivel en el tanque de succión, debe tener la sumergencia requerida por la bomba.

6. Impulsor o tubería obstruidos:
Inspeccionar la tubería, succión e impulsor de la bomba

c. La bomba suministra un gasto y presión menor al nominal.

1. El líquido bombeado contiene aire o gases:
Revisar la línea de descarga, válvulas de admisión y expulsión de aire.
2. Infiltración de aire por la succión o en la caja del prensa-estopa:
Cerrar la tubería de descarga y verificar con un manómetro la presión para ubicar la fuga.
3. Nivel del líquido en la succión muy bajo:
Revisar la sumergencia de la bomba en el tanque de succión.
4. Sentido de rotación invertido:
Verificar el sentido de rotación de la bomba y cambiar las fases en las terminales del arrancador del motor.
5. Pérdidas por fricción demasiado elevadas en la instalación:
Revisar la descarga de la instalación, así como las pérdidas por fricción del recorrido.
6. Velocidad de giro demasiado pequeña:
Comprobar las revoluciones del motor y verificar las requeridas por la bomba.
7. Viscosidad o gravedad específica distinta al diseño:
Verificar de acuerdo al proyecto, para qué viscosidad fue diseñado el equipo y proceder a realizar los cambios para las nuevas especificaciones del líquido.
8. Impulsor dañado o destruido:
Revisar el estado del impulsor, procediendo a desarmar el cuerpo o carcasa de la bomba y sustituir el impulsor dañado por otro nuevo.

d. La bomba suministra un gasto mayor al nominal.

1. Velocidad de giro demasiado alta:
Revisar las revoluciones del motor y verificar las requeridas por la bomba.
2. Altura de descarga de la instalación más pequeña que la nominal de la bomba:
Comprobar la instalación y los niveles de succión y descarga.

e. La bomba no suministra líquido, después de un cierto tiempo de funcionar.

1. Altura de descarga más grande que la nominal de la bomba:
Revisar la instalación y verificar el recorrido y pérdidas por fricción.
2. El líquido bombeado contiene gases o aire:
Verificar la instalación, válvulas de admisión y expulsión de aire y fugas en el sistema.
3. Nivel en la succión demasiado baja:
Verificar el nivel del tanque de succión.
4. Impulsor dañado o destruido:
Comprobar el estado del impulsor, desarmar el cuerpo o carcasa de la bomba y proceder a la substitución del impulsor.
5. Cuerpos extraños en el impulsor:
Proceder a desarmar la bomba o el cuerpo de tazones y retirar los cuerpos extraños, revisar nuevamente el estado del impulsor y la carcasa de la bomba.

f. Prensa-estopas con demasiadas fugas.

1. Estopero desgastado:
Revisar el estopero y substituirlo si es necesario.
2. Flecha mal alineada:
Verificar la alineación de la flecha y cople del equipo, si son los adecuados proceder a su alineación.
3. Impulsor y/o flecha mal balanceados:
Revisar el balanceo de los elementos rotativos de la bomba.
4. Prensa estopa flojo:
Sujetar adecuadamente el prensa-estopa.
5. Suciedad y/o partículas abrasivas del agua lubricante en la caja del estopero y flecha:
Revisar y limpiar la caja del estopero y flecha y mangos protectores.

g. La unidad de bombeo demanda demasiada energía.

1. Elementos rotativos de la unidad frenados:
Revisar la unidad en sus partes móviles, como son cojinetes, flecha e impulsores.
2. El impulsor roza con la carcasa de la bomba:
Desarmar la bomba y verificar las tolerancias y juegos entre carcasa y partes móviles de la bomba.

3. Lubricación insuficiente:
Revisar el prensa estopa y los estoperos de las bombas y comprobar el apriete de los tornillos; si es alto, proceder a aflojarlos y observar que se lubriquen adecuadamente la flecha.
4. Envejecimiento de la grasa:
Se debe sustituir 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.
5. 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.

h. El funcionamiento de la bomba es ruidoso e inestable.

1. Inclusión de aire en la tubería de succión:
Revisar el nivel en el tanque de succión, que se mantenga el NPSH de la bomba.
2. Cuerpos extraños en el impulsor o impulsor destruido:
Retirar los cuerpos extraños, revisar el impulsor y en su caso sustituirlo.
3. Cojinetes desgastados o desbalanceo de las partes móviles de la bomba:
Revisar los cojinetes y elementos móviles de la unidad y verificar el balanceo de estos componentes.

i. Sobre calentamiento de los cojinetes.- Es una de las fallas más comunes que se presentan en las bombas y es causada por:

1. Exceso de tensión en las bandas.
Bajar la tensión en las bandas de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.
2. Mal embrague de los engranes:
Efectuar el alineamiento correspondiente.
3. Mal alineamiento.
Realizar el alineamiento correspondiente.
4. Vibración excesiva.
Verificar balance de flecha, proceder a balancearla 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. Instalación inadecuada por cimentación deficiente:

Reparar la cimentación existente de acuerdo al tamaño de la bomba y a la carga que va a soportar.

6. Flecha deformada.
Determinar el grado de deformación para ver la posibilidad de su reparación o si esto no es posible, sustituirla.
7. Cojinete dañado o desgastado:
Reemplazar por un nuevo cojinete.
8. Envejecimiento de la grasa:
Se debe sustituir 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.
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. Suciedad o agua en los rodamientos:
Reemplazar las juntas de las cajas de éstos, revisar el prensa-estopa, ajustarlo y si esto no es suficiente para evitar la fuga cambiar la junta.

j. Vibración provocada por:

1. Desbalanceo de flecha:
Verificar el estado en que se encuentra para valorar su reparación o en función de los daños, decidir su cambio.
2. Falla en la cimentación:
Reforzar y en su caso modificar la cimentación de acuerdo al peso de las bombas y la carga que va a soportar atendiendo 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. Aire o gases en el líquido:
Verificar la instalación, válvulas de admisión y expulsión de aire y revisar si existen fugas en el sistema.
6. Elementos rotatorios dañados:

Revisar la unidad en sus partes móviles, comenzando por los cojinetes, coples y si persiste la vibración proceder a desarmar la bomba y revisar el impulsor, si se encuentra dañado, sustituirlo.

7. Impulsor obstruido:

Desarmar la bomba o tazón y revisar el impulsor para retirar el objeto que lo obstruía.

- i. Dicho lo anterior, una vez detectadas las fallas, se deben corregir apropiadamente, una pieza o varias o la bomba completa, la solución que resulte más económica.

E.03. Antes de efectuar la substitución de un equipo de bombeo, habrá que valorar las condiciones de:

- a. Sitio: Las bombas que están instaladas en pozo, cárcamo o superficie, se les debe efectuar inspección y obtener un diagnóstico, de la temperatura a que están sujetas, altitud, geohidrología o verticalidad del pozo según sea el caso, para establecer la conveniencia de conservarlos, rehabilitarlos, remplazarlos o cambiar su ubicación.
- b. Características del agua: Dado que ésta puede modificarse es necesario efectuar análisis que permitan valorar la conveniencia de continuar empleando bombas con iguales especificaciones o bien es necesario re proyectar y efectuar una nueva selección.
- c. Condiciones de operación: Lo anterior en virtud de que las condiciones de bombeo varían con frecuencia al paso del tiempo, implica la revisión de los parámetros base de proyecto, tales como:
 - 1. Características de gasto.- Alteración en las variaciones (estacionales, diarias, etc.), regulación disponible, importancia a la falla o suspensión del servicio de la bomba.
 - 2. Reducción de la carga de bombeo.- La construcción de derivaciones, paralelas (by pass) o ramales pueden modificar la carga de bombeo de diseño, sacando de la zona de eficiencia a la bomba. No es aceptable restablecer la carga mediante el cierre parcial (estrangulación) de las válvulas, debido a la cavitación que provocan, así como la generación de pérdidas y por lo tanto mayor consumo de energía.
 - 3. Incremento de la carga de bombeo.- Como condición normal de operación a lo largo del tiempo, se tiene un aumento de carga debido a incrustaciones en la conducción, lo que representa la salida de la bomba de su rango de mayor eficiencia y la demanda de mayor potencia. En los motores eléctricos esto último origina paros al accionar las protecciones o situaciones peores como el quemado de éstos.

4. Abatimiento de nivel en los pozos.- Esta causa tiene efectos idénticos a la condición anterior.
- d. Avances tecnológicos.- El continuo trabajo de incorporar ventajas a los equipos, tanto en diseño como en materiales, así como accesorios (válvulas, controles, protecciones) y el empleo de elementos de integración de sistemas, pueden hacer obsoletas las bombas, por lo que deben ser estudiadas todas estas opciones antes de proceder al reemplazo o sustitución del equipo.
- e. Cambios en las normas y reglamentación.- La dinámica en los reglamentos, normas y criterios de aplicación para los equipos de bombeo, así como las correspondientes al uso y consumo del agua obligan a revisar el proyecto y selección del equipo.
- f. Mercado.- Los fabricantes de equipo de bombeo pueden discontinuar la fabricación de las bombas o sus componentes, haciendo muy difícil su adquisición y probablemente sobreprecios, que obliga a la manufactura particular de los elementos requeridos a posibles valores incosteables.

La especulación de equipos y partes tienen similar afectación y su trato justifica la sustitución.

E.04. Una vez realizado el estudio anterior, se deben definir los siguientes parámetros para una sustitución adecuada de los equipos.

- a. De la bomba:
1. Número de unidades.
 2. Posición del eje (horizontal o vertical).
 3. Tipo (centrífuga, flujo radial, flujo mixto, etc.).
 4. Succión (sencilla o doble).
 5. Carcasa.
 6. Número de pasos.
 7. Velocidad angular nominal.
 8. Líquido a manejar.
 9. Sentido de rotación.
 10. Gasto normal de operación.
 11. Carga dinámica de operación.
 12. Altitud (ojo del impulsor).
 13. Servicio (exterior o interior).
 14. Sumergencia mínima disponible.
 15. Posición del motor.
 16. Diámetro de la tubería de succión.
 17. Diámetro de la tubería de descarga.
 18. Tiempo de operación.
 19. Eficiencia mínima para gasto y carga nominal de operación.
 20. Eficiencia mínima en condiciones extremas de operación.
 21. Carga dinámica máxima de operación.
 22. Carga dinámica mínima de operación.

23. Velocidad angular de diseño en sentido inverso.
24. Tipo de cople (rígido o flexible).

b. Del motor:

1. Potencia del motor (hp o kW).
2. Velocidad angular del motor (rpm).
3. Tensión nominal (V).
4. Corriente de operación (A).
5. Fases
6. Factor de servicio
7. Ciclos de operación (continuo o intermitente)
8. Par de arranque
9. Construcción (tipo de armazón)
10. Altitud de operación
11. Temperatura ambiente

Y en general cumplir con lo que se indica en el capítulo 8.02.01.007 "Motores Eléctricos en General" enunciado en la cláusula B de Referencias.

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

- F.01. () Desconexión y traslado de la bomba completa de la planta al taller mecánico, reparación y regreso a la planta, reinstalación, pruebas y puesta en servicio. El costo directo incluye: el suministro de los materiales o refacciones que se requieran para la bomba, los materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra especializada para la desconexión eléctrica, desacoplamiento mecánico, acomodo y desarmado total de la bomba, reparación, la conexión eléctrica y el acoplamiento mecánico, la mano de obra para la carga y descarga, agua o líquido apropiado para las pruebas, el equipo de seguridad de los trabajadores; el equipo y la herramienta necesarios para la realización correcta del trabajo.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se deben contar las bombas reparadas, dentro de las líneas de proyecto.

Para efectos de pago, se deben estimar una vez que se encuentren terminados los trabajos de desmontaje, traslado al taller, reparación, regreso a la planta, instalación, pruebas y puesta en servicio de la bomba, aprobada por la supervisión, dentro del periodo establecido en el contrato y durante la vigencia del mismo.

CONCEPTOS ESPECÍFICOS

- () Desconexión y traslado de la bomba completa de la planta al taller, reparación, regreso de la bomba a la planta, reinstalación en la planta, pruebas y puesta en servicio \$/pza

F.02. () Servicio de limpieza general de la bomba, consistente en sopleteado con aire comprimido al exterior e interior, limpieza de la carcasa con algún solvente suave. El costo directo incluye: materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra especializada para la desconexión eléctrica, desacoplamiento mecánico, sopleteado interior y exterior y limpieza con solvente, conexión eléctrica y acoplamiento mecánico, acarreo libre horizontal y/o vertical, pruebas; retiro del material sobrante y desperdicios al sitio que determine la supervisión y la limpieza, el equipo el seguridad de los trabajadores; el equipo y la herramienta necesaria para la ejecución correcta de los trabajos.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se deben contar las bombas a las que se les ha proporcionado el servicio de limpieza, dentro de las líneas de proyecto.

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

CONCEPTO ESPECÍFICO

- () Servicio general de bomba, según tamaño y características. \$/pza

F.03. () Diagnóstico de falla, consistente en pruebas hidrostáticas de presión a la carcasa, diagnóstico de cojinetes y bujes, flecha, anillos de desgaste e impulsores. El costo directo incluye: materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra especializada para realizar el diagnóstico, para el acarreo libre horizontal y/o vertical; 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 realización correcta del trabajo.

El diagnóstico debe incluir el reporte del estado de los principales elementos de la bomba, así como las precauciones y criterios generales para su reparación, en caso de que se justifique, indicando la conveniencia de su reemplazo parcial o total.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se deben contar las bombas que se diagnosticaron, dentro de las líneas de proyecto.

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

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Diagnóstico de la bomba, según tamaño y características. \$/pza

- F.04. () Balanceo dinámico del impulsor, consistente en alineación y balanceo dinámico del impulsor. El costo directo incluye: desconexión eléctrica y desacoplamiento mecánico, traslado de la pieza de la planta al taller y viceversa, balanceo, conexión eléctrica y acoplamiento mecánico, materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra especializada para montar en la balanceadora el impulsor y la necesaria para el acarreo libre horizontal y/o vertical; retiro del material sobrante y desperdicios al sitio que determine la supervisión; el equipo de seguridad de los trabajadores, el equipo, la herramienta e instrumentos necesarios para la ejecución correcta del trabajo.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se deben contar los impulsores alineados y balanceados dinámicamente, dentro de las líneas de proyecto.

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

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Balanceo del impulsor de la bomba, según tamaño y características. \$/pza

- F.05. () Metalizado de flecha de rotor del motor eléctrico, consistente en: desmontaje y montaje de la flecha, soldado, rectificado y pulido de la misma. El costo directo incluye: materiales para el metalizado y de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra especializada para realizar las actividades antes mencionadas, el acarreo libre horizontal y/o vertical, 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 necesaria para la ejecución correcta del trabajo.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se deben contar las flechas metalizadas, dentro de las líneas de proyecto.

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

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Metalizado de flecha de rotor de motor eléctrico,
según el tamaño y característica. \$/pza

- F.06. () Balanceo dinámico de la flecha de la bomba. El costo directo incluye: materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra especializada para el desmontaje y alineación de la flecha en la balanceadora, acarreo horizontal y/o vertical, fletes; 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 deben contar las flechas balanceadas dinámicamente, dentro de las líneas de proyecto.

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

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Balanceo de la flecha de la bomba, según el tamaño
y características. \$/pza

- F.07. () Suministro y montaje de manguitos de la flecha de la bomba, consistente en cambio de manguito, el costo directo incluye: manguito, tornillería que resulte dañada después del proceso de desarmado y armado, materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra especializada para desmontar y montar el cabezal de la bombas, desacoplar y acoplar la flecha, substituir el manguito; 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 realizar de manera correcta el trabajo.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se deben contar las piezas suministradas y montadas, dentro de las líneas de proyecto.

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

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Suministro e instalación de manguito, según tamaño y características. \$/pza

F.08. () Suministro e instalación de cojinetes de bomba, consistente en cambio de cojinetes el costo directo incluye: cojinete y materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra especializada para desmontaje e instalación, retiro del material sobrante y desperdicios al sitio que determine la supervisión y la limpieza de asiento y del área de trabajo; el equipo de seguridad de los trabajadores, el equipo y la herramienta necesarios para la realización correcta de los trabajos.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se deben contar los cojinetes suministrados e instalados, dentro de las líneas de proyecto.

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

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Suministro e instalación de cojinete según tamaño y características. \$/pza

F.09. () Suministro e instalación del buje de tazón y carcasa de bomba, consiste en cambio del buje, el costo directo incluye: buje del tazón y carcasa, tornillería que resulte dañada durante el proceso de desmontar y montar la bomba e instalación de refacciones; materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra especializada para desmontaje y montaje de buje de tazón y carcasa, retiro del material sobrante y desperdicios al

sitio que determine la supervisión y la limpieza de asiento y del área de trabajo; el equipo de seguridad de los trabajadores; el equipo y la herramienta necesarios para la realización correcta del trabajo.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se deben contar el número de piezas suministradas e instaladas, dentro de las líneas de proyecto.

Para efectos de pago, se estimarán una vez que se encuentren terminados los trabajos de suministro e instalación de buje de tazón y carcasa de bomba. Así como haber sido aprobados por la Residencia de la obra a través de la Supervisión.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Suministro e instalación del buje de tazón
y carcasa, según tamaño y características. \$/pza

- F.10. () Soldadura de carcasa, el costo directo incluye: soldadura y materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra especializada para la detección de falla, marcaje, limpieza, aplicación de la soldadura y prueba de aplicación, 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 y la herramienta necesarios para la realización correcta de los trabajos.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se deben contar las carcasas soldadas, dentro de las líneas de proyecto.

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

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Soldadura de carcasa, según tamaño, peso y características \$/pza

- F.11. () Pruebas finales al equipo en vacío y con carga nominal, incluye mano de obra especializada, materiales para las pruebas y materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; retiro del material sobrante 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 de las pruebas.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se deben contar las pruebas realizadas, dentro de las líneas de proyecto.

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

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Pruebas al equipo en vacío y con carga nominal,
según tamaño y características. \$/pza

- F.12. () Pintura exterior del equipo, incluye: montaje y desmontaje de la bomba, pintura, brochas, solventes, espátulas, abrasivos 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, y la necesaria para la limpieza enérgica, preparación de la superficie, aplicación de primario, enlace y acabado; 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 realización correcta del trabajo.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se deben contar las bombas pintadas, dentro de las líneas de proyecto.

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

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Limpieza y pintura general de la bomba, según tamaño
y características. \$/pza

- F.13. () Suministro e instalación de cople, consiste en desmontar y montar el acoplamiento, el costo directo incluye, cople, tornillos, lana de ajuste, niveladores y cuñas, 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 la ejecución del trabajo, retiro del material sobrante y desperdicios al sitio que determine la supervisión y limpieza; el equipo de seguridad de los trabajadores; la herramienta y el equipo necesario, para la ejecución correcta de los trabajos.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se deben contar los coples suministrados e instalados, dentro de las líneas de proyecto.

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

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Suministro e instalación de cople de bomba, según tamaño y características. \$/pza

- F.14. () Suministro o instalación de instrumento para bomba. El costo directo incluye: el suministro del instrumento con las mismas escalas que el instrumento original, solventes y materiales de consumo menor, puestos en el sitio de los trabajos, mermas y desperdicios; la mano de obra especializada para desmontar el instrumento dañado, montar el nuevo, limpiar conexiones con solvente; retiro del material sobrante y desperdicios al sitio que determine la supervisión y la limpieza; el equipo de seguridad de los trabajadores; la herramienta y el equipo necesarios para la ejecución correcta de los trabajos.

La unidad de medida es la pieza.

Para efectos de cuantificar, se deben contar los instrumentos suministrados e instalados, dentro de las líneas de proyecto.

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

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Suministro e instalación de instrumento para bomba, según tamaño, características y rangos. \$/pza

LIBRO	8	CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE OBRAS Y EQUIPOS
PARTE	02	OBRA ELECTROMECAÁNICA
SECCIÓN	02	MECAÁNICA
CAPÍTULO	003	INSTALACIONES DE AIRE ACONDICIONADO

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Instalación de aire acondicionado.- Es el conjunto de elementos y mecanismos que constituyen un sistema que controla, distribuye y conduce aire con sus diferentes temperaturas y grados de humedad dentro de áreas o edificaciones.

A.02. Mantenimiento de equipos o sistemas de aire acondicionado. Es el conjunto de acciones y trabajos que se desarrollan para mantener en condiciones de operación y funcionamiento los sistemas de aire acondicionado.

A.03. Los sistemas o equipos de acondicionamiento de aire de acuerdo a su capacidad o componentes se clasifican en:

- a. Equipo de ventilación.- Es el conjunto de elementos y mecanismos de un conjunto llamado de ventana que permite la ambientación de una área o edificación, controlando temperatura, humedad, olores y humos.
- b. Equipo de extracción.- Es el conjunto de elementos mecánicos - eléctricos que acoplados efectúan la extracción en forma inducida o natural de humos o gases y permiten cambiar el aire existente en edificaciones. Estos equipos se dividen en dos tipos: centrífugos accionados por motor - extractor y centrífugos accionados por diferencia de temperatura o corrientes de aire.
- c. Extractores naturales.- Son construcciones que permiten utilizar las corrientes naturales de aire mediante el tiro como las chimeneas que efectúan la reposición de aire y la extracción de humos de una área determinada.
 - d. Sistema adiabático (aire lavado o agua helada).- Es el conjunto de servomecanismos que permiten el confort dentro de áreas o edificaciones mediante la distribución de aire acondicionado a base de torres de enfriamiento, cortinas de agua o vapor.
- e. Equipos de refrigeración y calefacción.- Es el conjunto de elementos y servomecanismos que permiten controlar y distribuir el aire acondicionado obtenido mediante procesos mecánicos o químicos a través de serpentinas, compresores, difusores, ductos, rejillas e instrumentos de control.

A.04. Sistema de distribución.- Es el conjunto de elementos utilizados para controlar y distribuir el aire formado por ductos, compuertas, difusores y rejillas.

A.05. Accesorios:

- a. Ducto.- Elemento normalmente metálico utilizado para conducir el aire en condiciones controladas de presión, volumen y temperatura.
- b. Compuerta.- Elemento utilizado de materiales autorizados para regular el volumen de aire dentro de un local o ducto.
- c. Difusor.- Accesorio especial con la función de realizar la distribución del aire dentro de un local.
- d. Rejilla.- Elemento utilizado para dejar pasar el aire de un local a otro con una regulación.
- e. Termostato.- Elemento sensible a la temperatura para controlar los sistemas.

A.06. Mantenimiento preventivo.- Conjunto de acciones y trabajos que deben realizarse para la verificación de los sistemas señalados, corrigiendo fallas de operación, ajustes y pequeñas reparaciones al equipo y componentes y que se constituyen de la siguiente forma:

- a. Revisión visual del sistema e integración de un expediente con catálogos, componentes, capacidades, tablas de operación, costo de partes y programas de su chequeo y/o reposición de componentes.
- b. Verificación de los sistemas de distribución, rejillas de extracción, inyección, gravedad y difusores.
- c. Revisión y certificación del sistema de ductos, juntas y aislamientos así como de soportes y sistemas de fijación del mismo.
- d. Certificación de volumen y calidad del aire por áreas.
- e. Revisión de condensadores, serpentinas, tuberías, válvulas y accesorios, así como la pintura de los mismos.

A.07. Mantenimiento correctivo.- Es el conjunto de acciones o trabajos que se ejecutan para la corrección de fallas en el funcionamiento u operación de equipos o sistemas de aire acondicionado que ponen en riesgo la correcta operación y que comprende lo siguiente:

- a. Reparación, reposición y ajuste de mecanismos, bridas, acoplamiento, válvulas, difusores y compresores.
- b. Ajuste y calibración de volumen y calidad de aire, recarga de gas a recipientes verificando la hermeticidad de los mismos.
- c. Cambio de aceite y gas a equipo, verificación, cambio o ajuste de bandas a motores y difusores.

- d. Revisión y limpieza de tableros eléctricos y de control.
- e. Cambio si se requiere de aislamientos, secciones de ducto y corrección de fugas.

B. REFERENCIAS DEL CONCEPTO EN OTROS DOCUMENTOS

Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en el mantenimiento de las Instalaciones de Aire Acondicionado que son tratados en otros capítulos de estas Normas de Construcción del Gobierno del Distrito Federal o en el de 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, Subconceptos de Obra, Alcances, Unidades de Medida, Criterios para Cuantificar y Base de Pago, que se asientan en capítulos indicados en la tabla siguiente y de los cuales ya no se hará mención en el texto de este capítulo.

CONCEPTO	CAPÍTULO DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Reglamento de construcciones para el Distrito Federal.		G.D.F.
Instalaciones de aire acondicionado y refrigeración en edificios	2.03.09.007	G.D.F.
Instalación de ductos para aire acondicionado	3.01.02.034	G.D.F.
Aplicación de pinturas, sacas y barnices	3.01.02.047	G.D.F.
Tubos de cobre, conexiones y válvulas	4.01.02.014	G.D.F.
Pintura anticorrosiva	4.01.02.028	G.D.F.
Pintura de acabados	4.01.02.029	G.D.F.
Recubrimientos con películas plásticas	4.01.02.031	G.D.F.
Generalidades	8.02.02.001	G.D.F.

E. REQUISITOS DE EJECUCIÓN

E.01. Mantenimiento preventivo.

- a. Revisión visual del sistema e integración de un expediente con catálogos, componentes, capacidades, tablas de operación, costo de partes y programas de su verificación y/o reposición de componentes.
 - 1. Cada edificio contará con un expediente el que contendrá la información y las características del sistema de acondicionamiento de aire, planos y memoria de cálculo utilizados en su construcción, en caso de no existir, deben elaborarse mediante levantamientos físicos cuidadosos para obtener la información más confiable.
 - 2. Durante las revisiones se pondrá especial atención a los siguientes aspectos:
 - 2.1. El uso para el que fue diseñado el sistema.
 - 2.2. Aparición de fisuras, roturas, desvíos y óxido en la tubería y ductería.
 - 2.3. Falla o vencimiento de alguno de los soportes en la tubería o ductería.
 - 2.4. Temperatura, humedad, pureza, velocidad y volumen del aire.
 - 2.5. Presión de trabajo en los sistemas.
 - 2.6. Correcta operación de bombas.
 - 2.7. Buen estado de ductos y rejillas.
 - 2.8. Correcto funcionamiento de válvulas.
 - 2.9. Que el sistema eléctrico esté en buen estado.
- b. Verificación de los sistemas de distribución, rejillas de extracción, inyección y gravedad, y difusores.- Se rectificarán todas las rejillas, difusores y elementos de salida de aire, revisando que sus partes móviles sean fácilmente manejables, engrasando todas estas piezas y accionándolas un par de veces durante la revisión; en lo referente a la limpieza, se verificará que todos y cada uno de ellos, esté limpio y libre de elementos que impidan su correcto funcionamiento, la limpieza se realizará únicamente con agua y detergente con el mayor cuidado para no dañarlos; se verificará la ausencia de hongos, fisuras y rupturas. Estas acciones, las debe realizar una persona competente del departamento de mantenimiento, como lo indique el Manual de Operación del Área Responsable o en su caso una vez cada seis meses.
- c. Revisión y certificación del sistema de ductos, juntas y aislamientos así como de soportes y sistemas de fijación del mismo.- Se debe mantener siempre una libreta con el reporte de la visita física a las instalaciones para determinar parámetros de mantenimiento y limpieza en las mismas, donde se vea claramente las fechas de las revisiones, cómo se encontraron éstas y la soportaría.

Durante la visita se procederá a la corrección de problemas menores como fijación y limpieza.

- d. Certificación de volumen y calidad del aire por áreas. Se llevará una bitácora con mediciones reales del aire que maneja el sistema, para determinar que los equipos están funcionando correctamente y que no existen pérdidas innecesarias dentro del

mismo, esta bitácora se debe llevar por zonas, realizando esto el jefe del departamento de mantenimiento, con anotaciones de verificación de la temperatura, cantidad y calidad del aire como lo indique el Manual de Operación del Área Responsable o en su caso una vez cada seis meses.

- e. Revisión de condensadores, serpentinas, tuberías, válvulas y accesorios, así como la pintura de los mismos.- Se debe realizar una limpieza exterior a toda la tubería y ductería expuesta y accesible, rectificando que no exista corrosión y se encuentre en buen estado, limpiándola con agua y algún detergente biodegradable y repintándola en caso de que sea necesario donde la pintura no sea suficientemente gruesa (de acuerdo a la norma 3.01.02.047); En caso de tubería o ductería aislada, se verificará que el aislante esté en buenas condiciones y completamente fijo; Se debe prestar cuidado a los sistemas de calefacción y tuberías de agua helada, verificando que cuenten con el aislamiento correcto para mantener la temperatura para la cual el sistema se diseñó, y verificando que éste se encuentre en buenas condiciones, firmemente unido al ducto sin raspaduras ni roturas. En lo referente a los condensadores y serpentines, se verificará que no tengan obstrucciones y se encuentren en buenas condiciones, retirando los materiales ajenos a ellos o en su caso reemplazándolos como lo indique el Manual de Operación del Área Responsable o en su caso esto se realizará, al menos una vez por año.

E.02. Mantenimiento correctivo.

- a. Reparación, reposición y ajuste de mecanismos, bridas acoplamiento, válvulas, difusores y compresor.- Cuando se detecte una falla, ésta debe ser corregida inmediatamente, engrasando las piezas móviles y teniendo 1 limpias las salidas de aire, en casos de compresores, deben reemplazarse los filtros y bandas cuando se requiera y engrasar y lubricar sus partes mecánicas como lo indique el Manual de Operación del Área Responsable.
- b. Ajuste y calibración de volumen y calidad del aire, recarga de gas a recipientes verificando la hermeticidad de los mismos.- En los casos en los que se detecten anomalías como cantidad de aire o humedad, se calibrarán las máquinas a los parámetros de diseño, se deben limpiar los filtros con los que se cuentan, esto se realizará con agua y detergente biodegradable y retirando cualquier objeto ajeno a ellos; aquellos equipos en los que se maneje alguna clase de gas y/o refrigerante, deben ser recargados con el gas o líquido estipulado por los fabricantes, tanto en calidad como en cantidad, realizado esto, se verificará el hermetismo de dichos mecanismos, en caso de encontrar fugas, deben vaciarse y repararse de acuerdo a lo que indique el Manual de Operación del Área Responsable o en su caso en el manual de funcionamiento.
- c. Revisión y limpieza de tableros eléctrico y de control. Todos los tableros eléctricos y de control deben ser revisados para que cumplan bien sus funciones, accionándolos en todas sus posiciones, mientras que por el exterior, sus puertas deben ser con o sin chapa, éstas deben abrir fácilmente y ser accesibles, su gabinete debe encontrarse en buenas condiciones y bien pintado, en caso contrario se debe reparar y pintar de acuerdo a lo especificado en el Manual de Operación del Área Responsable o en su caso lo recomendado por el fabricante.

- d. Cambios si se requiere de aislamientos y secciones de ducto y corrección de fugas.- En todos los casos en los que se encuentre una tubería con fisuras, roturas o corrosión extrema, se procederá a realizar el cambio de ésta, para ello se vaciará el sistema en dicha zona, o en caso necesario en su totalidad, en caso de tubería soldada o plástica, se cortará la tubería al menos 15 cm arriba y 15 cm abajo de la rotura, o de preferencia el tramo completo, y se colocará uno nuevo; en caso de tubería roscada, se realizará el cambio de todo el tramo entre roscas. En casos en los que se encuentre un ducto con fisuras, roturas o corrosión extrema, se procederá a realizar la corrección o cambio de éste, utilizando lámina de primera calidad y nueva de las mismas características de la existente, dándole la misma forma y dimensiones, en todas las tuberías o ductos que tengan aislamientos dañados, se debe reemplazar el aislamiento, utilizando un tramo de aislamiento nuevo de las mismas características del existente, cuidando que sean del mismo grosor y medida. Esta acción será llevada a cabo como lo indique el Manual de Operación del Área Responsable o en su caso por el personal competente con conocimientos en instalaciones.

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

- F.01. () Revisión general del sistema.- El costo directo incluye: el suministro de materiales de menor consumo; la mano de obra para efectuar la revisión general de los elementos que componen las instalaciones, detectar las anomalías presentadas, registrarlas en bitácora y proponer su corrección; el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución del trabajo.

La unidad de medida será la pieza (salida).

Para cuantificar, se contará el número de piezas revisadas, en el sitio de los trabajos, dentro de las líneas de proyecto o las señaladas por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, y precisamente por cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efectos de pago, se estimarán una vez que se encuentren terminados los trabajos de revisión general de sistemas. Así como haber sido aprobados por la Residencia de Obra a través de la Supervisión.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Revisión general de los sistemas. \$/pza

- F.02. () Reposición de ducto, tubería, aislamiento y/o accesorio.- El costo directo incluye: El suministro, según sea el caso de juntas, coples, abrazaderas, hule, anillos de hule, conexiones, piezas especiales, aislamiento y materiales de menor consumo, la mano de obra para los acarreos necesarios, cortes, colocación de

piezas, retiro de piezas, retiro de material sobrante y limpieza; el equipo y herramienta necesarios para la correcta ejecución del trabajo.

La unidad de medida será la pieza para el accesorio, en la tubería será el metro con aproximación de dos decimales y para el aislamiento y el ducto, el metro cuadrado, también con aproximación de dos decimales.

Para cuantificar, se contará el número de accesorios colocados, se medirá la superficie de aislamiento o ducto y se medirá la longitud de tubo repuesto e instalados, en el sitio de los trabajos, dentro de las líneas de proyecto o las señaladas por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, y precisamente por cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efectos de pago, se estimarán una vez que se encuentren terminados los trabajos de suministro y reposición de ducto, tubería, aislamiento y/o accesorio. Así como haber sido aprobados por la Residencia de Obra a través de la Supervisión.

CONCEPTO ESPECÍFICO

()	Colocación de accesorio	\$/pza
()	Colocación de tubería.	\$/m
()	Colocación de aislamiento.	\$/m2

- F.03. () Pintura anticorrosiva.- El costo directo incluye: El suministro de la pintura de la calidad necesaria, los solventes, materiales de menor consumo, almacenaje, manejo y desperdicios; la mano de obra para los acarreos que sean necesarios, lavado, limpieza, lijado y aplicación de la pintura hasta su correcta ejecución del trabajo; el equipo y herramienta necesarios para la correcta ejecución del trabajo.

La unidad de medida será el metro cuadrado con aproximación de dos decimales, con el espesor definido en cada caso.

Para cuantificar, se medirá el área de pintura aplicada, en el sitio de los trabajos, dentro de las líneas de proyecto o las señaladas por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, y precisamente por cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efectos de pago, se estimarán una vez que se encuentren terminados los trabajos de aplicación de pintura anticorrosiva. Así como haber sido aprobados por la Residencia de Obra a través de la Supervisión.

CONCEPTO ESPECÍFICO

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

- F.04. () Reposición de válvula.- El costo directo incluye: el suministro de válvula, juntas, bridas y espárragos por reponer y los materiales de menor consumo; la

La unidad de medida será la pieza.

Para efectos de pago, se estimarán una vez que se encuentren terminados los trabajos de suministro y reposición de válvula. Así como haber sido aprobados por la Residencia de Oobra a través de la Supervisión.

() Reposición de válvula. \$/pza

La unidad de medida será la pieza.

Para efectos de pago, se estimarán una vez que se encuentren terminados los trabajos de Ajuste de junta y/o pieza especial. Así como haber sido aprobados por la Residencia de Obra a través de la Supervisión.

() Ajuste de juntas y/o pieza especial. \$/pza

La unidad de medida será la pieza.

Para cuantificar, se contará el número de filtros reemplazados y/o limpiados, en el sitio de los trabajos, dentro de las líneas de proyecto o las señaladas por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, y precisamente por cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efectos de pago, se estimarán una vez que se encuentren terminados los trabajos de reemplazo y/o limpieza de filtro. Así como haber sido aprobados por la Residencia de Obra a través de la Supervisión.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Limpieza y/o ajuste de filtro. \$/pza

LIBRO	8	CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE OBRAS Y EQUIPOS
PARTE	02	OBRAS ELECTROMECAÑICAS
SECCIÓN	02	MECAÑICA
CAPÍTULO	004	INSTALACIONES DE TRANSPORTACIÓN ELECTRO MECÁNICA

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN.....

A.01 Instalación de transportación electromecánica. Es el conjunto de dispositivos, generalmente accionados por motores eléctricos de corriente alterna y/o corriente continua, que se utilizan para el movimiento de personal y/o materiales.

A.02. Por la función que realizan estos equipos se clasifican en:

- a. Elevadores.
- b. Escaleras eléctricas.
- c. Montacargas.
- d. Aceras móviles.
- e. Bandas transportadoras.

A.03. De acuerdo con el sistema motriz utilizado para su operación pueden ser:

- a. Elevador de tracción: Es el conjunto de dispositivos electromecánicos, instalados en forma permanente para dar servicio a alturas definidas, formado por una cabina, adaptada para el transporte de personas y/u objetos, que se desplaza a lo largo de guías verticales y equipado con los elementos de seguridad que garantizan su funcionamiento. Su fuerza motriz se puede obtener de:
 - 1. Motores de corriente alterna.
 - 2. Motores de corriente continua.
 - 3. Motores de corriente alterna con frenado de corriente continua.

b. Elevador de tambor.- Es el conjunto de dispositivos electromecánicos, similares en cuanto a forma de instalación al de tracción, obteniéndose el movimiento de la cabina como consecuencia del enrollamiento de los cables en un tambor.

c. Elevador hidráulico.- Es un dispositivo accionado por una unidad motriz, que inyecta líquido a presión a un pistón por medio del cual se obtiene el movimiento ascendente del carro y por medio de una válvula de descarga el movimiento descendente; en cuanto a su instalación, debe cumplir con las especificaciones de proyecto. Los diferentes tipos son:

1. De pistón directo.
2. De pistón lateral.
3. De pistón con cables.

d. Elevador de construcción.- Es el conjunto de dispositivos electromecánicos montados sobre una estructura metálica que se desplante en el inmueble. Consta básicamente de una unidad tractora, la cabina o plataforma y un seguro de tipo de cable flojo, contra caídas.

e. Elevador de banda para estacionamientos: Es un dispositivo que permite el viaje vertical del personal de servicio por medio de una banda tramada, equipada con agarraderas distribuidas en tal forma, que permiten colocar los pies y sujetarse en forma simultánea. El movimiento continuo de la banda se logra por medio de un motor eléctrico.

f. Escaleras electromecánicas.- Es un conjunto de escalones que usan energía eléctrica para desplazarse en un plano inclinado y se destinan a transportar personas, ya sea de subida o bajada, equipada con dispositivos de seguridad que garantizan la integridad de los usuarios.

g. Aceras móviles.- Es un dispositivo para transporte de pasajeros sobre el cual, éstos se paran o caminan y en el que la superficie de transporte permanece paralela a su dirección de movimiento ininterrumpido.

h. Transportadores de banda.- Dispositivos utilizados para el traslado de materiales en un plano horizontal o ligeramente inclinado. Constan básicamente de una banda de movimiento continuo accionada por un motor eléctrico, o de combustión interna.

i. Transportadores de cangilones.- En forma genérica, estos dispositivos permiten elevar materiales en un plano inclinado o vertical, pudiendo ser los contenedores de formas muy variadas, dependiendo del material a transportar. La tracción se obtiene por medio de motor eléctrico, o de combustión interna.

j. Transportadores de rodillo.- Dispositivos utilizados para el traslado de materiales en un plano horizontal o ligeramente inclinado, contenidos en cajas y accionadas por medio de motor eléctrico, o de combustión interna.

k. Polipasto.- Es un dispositivo electromecánico para el izamiento de cargas; consta de motor de corriente alterna o de combustión interna acoplado a un tambor de enrollamiento con cable de acero. Puede colocarse fijo, movable o viajero.

A.04. Para facilitar la aplicación y entendimiento de estas normas se incluye el siguiente glosario de términos.

1. Acera móvil de tipo de banda.- Es una acera formada por una banda continua accionada por medio de un motor eléctrico.
2. Acera móvil del tipo de deslizamiento.- Es una acera con la vía de paso deslizante sobre una superficie de soporte.
3. Acera móvil del tipo de paleta.- Es una acera con una serie de paletas conectadas que constituyen la vía de paso, movidas por motor eléctrico.
4. Acera móvil del tipo de paleta y banda.- Es una acera con una serie de paletas conectadas a las cuales se fija una banda continua movida por un motor eléctrico.
5. Acera móvil del tipo de rodillos.- Es una acera con la vía de paso soportada por una sucesión de rodillos con sus ejes en ángulo recto a la dirección del movimiento de la vía de paso.
6. Alimentación eléctrica.- Tensión eléctrica suministrada para el funcionamiento del equipo de transportación.
7. Balaustrada.- Cubierta de protección a los lados del viaje de la escalera; se fabrican con diversos materiales.
8. Carga de ruptura de cable.- Carga máxima para la cual fue fabricado el cable.
9. Carga nominal.- Carga en kilogramos, fuerza para la cual el aparato ha sido diseñado a la velocidad nominal.
10. Carro.- Elemento del elevador o del montacargas destinado a transportar a las personas o a la carga, formada por cabina, marco estructural y plataforma.
11. Claro inferior del carro.- Es la distancia vertical medida desde el piso de la fosa hasta la parte mecánica o estructural debajo del carro, excepto las zapatas guía, ya sean sólidas o de ruedas; las mordazas del seguro contra caídas y los salientes de la plataforma, cuando el carro está comprimiendo su amortiguador.
12. Control.- Es el sistema para generar señales adecuadas en tiempo y determinar el arranque, paros, aceleración, y desaceleración del carro o cabina.
13. Control automático para despacho de elevadores.- Es el conjunto de dispositivos mediante los cuales se ordena automáticamente la forma en que debe funcionar un elevador o grupo de éstos.

14. Cuarto de máquinas.- Local donde se hallan los elementos motrices y/o su equipo auxiliar de mando y control.
15. Cuarto de poleas.- local donde se hallan las poleas y eventualmente el imitador de velocidad y otros dispositivos eléctricos.
16. Cubo.- Es el espacio en el cual se desplaza el carro y/o el contrapeso. Este espacio queda limitado por el fondo de la fosa, las paredes y el techo.
17. Desarrollo.- Es la distancia inclinada que existe entre los dos desembarques de una escalera eléctrica.
18. Desembarque.- Es el número de accesos en el mismo nivel.
19. Dispositivo de tensión de cadena.- Eje con doble catarina que se ajustan de tal forma que tense la cadena motriz y arrastren correctamente.
20. Dispositivo trabajador de puerta de cubo.- Es un dispositivo que tiene dos funciones relacionados e interdependientes entre sí, que son:
- 20.1. Evitar que la máquina opere por medio de los dispositivos normales de operación, a menos que la puerta de cubo esté trabada en posición cerrada.
- 20.2. Evitar que la puerta de cubo se abra desde el exterior a menos que el carro se encuentre dentro de la zona de nivelación, o bien parado, o próximo a pararse.
21. Distancia de parada por gravedad.- Es la distancia recorrida por el amortiguador, necesaria para disipar la energía desarrollada por el elevador a 115% de su velocidad nominal.
22. Elevador.- Es un mecanismo de transporte vertical equipado con carro o plataforma, que se mueve entre guías en dirección vertical y que sirve dos o más pisos de un edificio o estructura.
23. Elevador de carga.- Es un elevador para transportar materiales, en el que sólo se permite viajar al elevadorista y las personas encargadas del manejo de la carga.
24. Elevador de pasajeros.- Es un elevador destinado principalmente para transportar personas. Se le llama también elevador de servicio cuando se utiliza indistintamente para transporte de personal y carga.
25. Elevador hidráulico.- Es un elevador en el que la energía se aplica mediante un líquido a presión en un cilindro con pistón.
26. Elevador hidráulico con cables.- Es un elevador hidráulico en el que el pistón se encuentra conectado al carro por medio de cables de acero.

27. Elevador hidráulico eléctrico.- Es un elevador de pistón directo en el que el líquido se inyecta a presión dentro del cilindro con una bomba accionada por motor eléctrico.
28. Elevador hidráulico de pistón directo.- Es un elevador hidráulico con el pistón sujeto directamente al marco del carro o a la plataforma.
29. Escalón.- Huella de aluminio fundida y maquinada de tal forma que permita una pisada firme y segura, además debe tener mínimos espacios entre escalones y faldones.
30. Estructura de la escalera.- Construida de acero y diseñada para facilitar la inspección del interior de la escalera, será diseñada y con resistencia para soportar la capacidad de carga de pasajeros, el mecanismo de la propia escalera, las balaustradas y el peso del recubrimiento exterior. En la parte superior de la estructura se contendrá la máquina y estará provista de una tapa removible para acceso a la maquinaria.
31. Factor de seguridad.- Es la relación entre la carga de trabajo de los cables de suspensión (obtenida multiplicando el número total de cables, considerando todos los ramales en el caso de suspensión múltiple por la carga de trabajo mínima de un cable) y la carga estática suspendida.
32. Flecha o eje principal.- Dispositivo que recibe directamente el impulso de la máquina y a su vez da el empuje al resto del mecanismo, situado al lado de la máquina.
33. Fosa.- Es la parte del cubo situado debajo del nivel más bajo servido por el elevador.
34. Freno.- Dispositivo electromecánico diseñado para detener gradualmente la escalera hasta que se restablezcan las condiciones normales de operación.
35. Guardapie.- Pared lisa vertical al borde de los umbrales de puertas de piso o del carro y debajo de los mismos.
36. Indicador de posición.- Es el dispositivo que indica la posición del elevador dentro del cubo. Se le llama indicador de posición de piso cuando se coloca en el piso o indicador de posición de carro cuando se coloca en el interior del mismo.
37. Interruptor de cadena floja.- Dispositivo que detiene el movimiento de la escalera, cuando la cadena de transmisión sobrepasa el límite de alargamiento o por rotura de la misma.
38. Interruptor de arranque.- Dispositivo que detiene el movimiento de la escalera, cuando la cadena de transmisión sobrepasa el límite de alargamiento o por rotura de la misma.
39. Interruptor de cable flojo.- Es un dispositivo que interrumpe automáticamente la energía en el caso que los cables de tracción pierdan su tensión.

40. Interruptor de inspección o revisión para escalera. Dispositivo usado para facilitar las labores de inspección y conservación. Debe colocarse dentro del cuarto de máquinas, la conexión del interruptor de inspección debe anular los mandos normales.

41. Interruptor de paro.- Dispositivo que detiene el movimiento de la escalera al momento de oprimirle, sin establecerse hasta que se opere el interruptor de arranque. Este interruptor debe ser de presión momentánea e irá colocado en la parte baja de la balaustrada.

42. Interruptor de pasamanos flojo.- Dispositivo que detiene el movimiento de la escalera si un pasamano pierde su tensión por alargamiento o rotura.

43. Interruptor de placa de acceso.- Dispositivo que detiene el movimiento de la escalera cuando un objeto se atora entre los peines en el acceso.

44. Interruptor de sobrepaso.- Es un dispositivo que desconecta automáticamente la energía eléctrica del motor y al freno de la máquina de un elevador después de que el carro sobrepasa el piso terminal.

45. Máquina.- Es la unidad mecánica que aplica la energía necesaria para subir o bajar el carro de un elevador o montabultos, o bien para dar movimiento a una escalera eléctrica, o una acera móvil.

45.1. Diferencial con corona y tornillo sinfín.- Es un mecanismo en que la energía se transmite a la polea motriz o tambor, por medio de una corona y un tornillo sinfín.

45.2. Máquina de tracción.- Es una máquina en la cual el movimiento del carro se obtiene por medio de la fricción entre los cables de suspensión y las ranuras en la polea de tracción.

45.3. Máquina de tracción con engranes.- Es una máquina de tracción provista de una caja de engranes.

45.4. Máquina de tracción sin engranes (tracción directa). Es una máquina de tracción desprovista de caja de engranes, que tiene la polea de tracción y el tambor del freno.

46. Marco.- Estructura metálica que soporte a los demás elementos del carro a las pesas del contrapeso.

46.1. Marco del carro tipo invertido.- Es aquél cuyos elementos estructurales se localizan abajo de la plataforma.

46.2. Marco del carro tipo soportado.- Es la estructura a la que los amarres de cables o poleas de suspensión se sujetan al puente superior del marco del carro.

47. Montacargas.- Elevador de pequeña capacidad para una carga máxima de 350 kg., y cuyas dimensiones interiores del carro no deben exceder en superficie a 1.06 m², y en altura a 1.20 m., sin dispositivo contra caídas.
48. Montacoches.- Elevador para el transporte exclusivo de automóviles y la persona que lo maneja.
49. Nivelación.- Operación que permite mejorar la precisión de parada del carro a nivel de los pisos.
50. Paleta.- Es una serie de plataformas rígidas las cuales juntas forman una vía de paso articulada o el soporte para una vía de paso continua,
51. Parada.- Nivel en el cual se encuentran una o más puertas.
52. Pasamanos de escalera.- Bandas continuas de tejido recubiertas de material elástico y flexible.
53. Peines.- Placas que se colocan en los desembarques superiores e inferiores diseñada para endentar con sus correspondientes en los escalones.
54. Pendiente.- Es la tangente del ángulo que la vía de paso forma con la horizontal.
55. Plataforma de carro.- Es la estructura que forma el piso del carro y que soporta directamente la carga.
56. Placa de piso.- Placas situadas en los desembarques superior e inferior.
57. Puerta de cubo, bipartible.- Es una puerta de deslizamiento vertical u horizontal, formada por dos secciones instaladas de manera que éstas se separen una de la otra, simultáneamente.
58. Puerta o reja de carro o de cubo.- Es la parte deslizante en el carro o la parte embisagrado o deslizante en la pared del cubo que cubre el espacio que permite el acceso del carro o al piso.
59. Puerta o reja operada por energía.- Puerta o reja de cubo o cabina, la cual es abierta o cerrada por acción de un operador automático.
60. Recorrido.- Es la distancia vertical medida entre los pisos terminales superior e inferior de un elevador, de un montabultos. Es la distancia inclinada en que una escalera eléctrica da servicio. Es la distancia horizontal en que da servicio una acera móvil.
61. Renivelación.- operación que permite el reajuste de niveles mediante correcciones automáticas o manuales.
62. Riel guía.- Elemento destinado a guiar el carro y/o contrapeso.

63. Seguro contra caídas para carro o contrapeso.- Es un dispositivo colocado en el marco del carro o en un marco auxiliar, o bien en el marco del contrapeso, para detener y mantener inmóvil el carro o el contrapeso en caso de ocurrir una sobrevelocidad, o en caso de que los cables de suspensión sufran un alargamiento súbito.

64. Seguro contra caídas de acción instantánea.- Dispositivo cuya detención sobre las guías se logra por bloqueo casi inmediato.

65. Seguro contra caídas de acción instantánea y efecto amortiguado. Dispositivo cuya detención sobre las guías se logra por bloqueo casi inmediato, pero de tal forma que la reacción sobre el elemento suspendido viene limitada por la intervención de un sistema elástico.

66. Seguro contra caídas de acción retardada o progresiva. Seguro contra caídas cuya acción se hace por frenado sobre las guías y en el cual se han tomado disposiciones especiales para limitar a un valor admisible, la reacción sobre el marco.

67. Sistema de aceras móviles.- Es una serie de aceras instaladas una a continuación de la otra o una al lado de la otra sin ningún desembarque entre las vías de paso.

68. Sobrepaso.- Distancia vertical medida desde el nivel del piso terminado de la última parada servida por el elevador hasta el lecho bajo de la losa del piso del cuarto de máquinas o de poleas.

69. Umbral.- Área de acceso tanto al carro como a las entradas de piso cubiertas por un elemento metálico sobre el que descansan la puerta inferior en caso de bipartibles verticales, o que sirve como guía al deslizamiento en puertas de funcionamiento horizontal.

70. Velocidad nominal.- Velocidad uniforme del carro calculada en sentido ascendente y con carga nominal en el mismo.

71. Vía de paso.- Es el elemento de una acera móvil para el transporte de pasajeros.

72. Zona de destrabamiento de la cerradura.- Espacio por encima y por debajo del nivel de parada a que debe hallarse el piso del carro para abrir la puerta de piso de este nivel.

A.05. Mantenimiento preventivo.- Es el conjunto de actividades que se realizan con personal especializado y de acuerdo a programas previamente establecidos en los equipos electromecánicos de transportación y en todos sus componentes para operar en óptimas condiciones.

A.06. Mantenimiento correctivo.- Son los trabajos que deben realizarse para corregir fallas en la operación y funcionamiento de los equipos electromecánicos de

transportación, los cuales generalmente ocasionan un servicio deficiente o la suspensión total del mismo.

B. REFERENCIAS DEL CONCEPTO EN OTROS DOCUMENTOS

B.01. Existen conceptos que intervienen o pueden intervenir en el mantenimiento de Instalaciones de Equipos de Transportación Electromecánica que se tratan en otros capítulos de estas Normas de Construcción del Gobierno del Distrito Federal o en el de Normas de otras Dependencias o Entidades de la Federación, Organismos o Asociaciones Nacionales Regionales o Internacionales, los cuales deben sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas de Materiales, Requisitos de Ejecución, Subconceptos de Obra, Alcances, Unidades de Medida, Criterios para Cuantificar y Base de Pago que se asientan en la tabla siguiente y de los cuales ya no se hará mención en este capítulo.

C o n c e p t o	Capítulo de Dependencia Referencia
Estructuras en general	8.01.02.003 G.D.F.
Instalaciones eléctricas en edificios	8.02.01.003 G.D.F.
Motores eléctricos en general	8.02.01.007 G.D.F.
Generalidades	8.02.02.001 G.D.F.
Normas técnicas para instalaciones eléctricas	NOM-001 SECOFI
Seguridad en elevadores de tracción para pasajeros y carga – Especificaciones y métodos de prueba	NOM-053 SECOFI
Torones y cables de acero	NMX-H-84 SECOFI
Elevadores de pasajeros y carga - Rieles guía	NMX-B-73 SECOFI

C. MATERIALES CONSTITUTIVOS DEL CONCEPTO

C.01. Todos los materiales y refacciones para el mantenimiento preventivo y correctivo en los equipos de transportación electromecánica, 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 Residencia de Obra a través de la Supervisión.

De no estar precisados en el proyecto u orden respectiva, se atenderá a lo establecido en las especificaciones del área correspondiente y de no tenerse previsto en éstas, se atenderá a lo establecido en el Libro 4 sobre calidad de materiales de las Normas de Construcción del Gobierno 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.

C.02. Además se deben tomar en cuenta las siguientes especificaciones para algunos materiales de repuesto:

a. Cables de suspensión.- Únicamente cables de acero con clasificación comercial de "cables para elevador" o cables contruidos específicamente para elevadores, pueden usarse para suspensión de carro y contrapesos. Las construcciones de cable de acero para suspensión recomendada son las de tipo scale de 6 torones de 19 alambres o de 7 torones y de 19 alambres.

b. Los cables para regulador de velocidad deben ser de acero, metal monel, bronce fosforado o acero inoxidable, contruidos en forma semejante a los cables de suspensión.

c. Cable viajero de control.- Los cables utilizados serán del tipo E, EO, En, Et, ETLB, ETP, y ETT dependiendo del riesgo donde operen, debiendo tomar en cuenta si existen circuitos telefónicos u otros circuitos de audio para que sean suministrados con el blindaje metálico adecuado, además de la longitud del cable ya que si es mayor de 30 m entre puntos de soporte deben tener un refuerzo interior de acero.

d. Los lubricantes empleados deben ser de acuerdo a las especificaciones del fabricante del elevador.

E. REQUISITOS DE EJECUCIÓN

E.01. Los trabajos de mantenimiento preventivo deben ser ejecutados por personal especializado con amplia experiencia y bajo la supervisión técnica de compañías especializadas, quienes serán responsables ante el Gobierno del Distrito Federal de la correcta ejecución de los trabajos.

E.02. Las verificaciones de los elevadores deben efectuarse de acuerdo a lo marcado en la norma NOM 053 SECOFI vigente.

E.03. Reglas de seguridad que se deben observar para el mantenimiento de elevadores:

- a. Poner en conocimiento del encargado del edificio que se va a efectuar el servicio de mantenimiento a determinado equipo. Se debe programar anticipadamente para evitar en lo posible molestias a los usuarios.
- b. Colocar avisos de "elevador en revisión" en todas las entradas del elevador y en el interruptor de alimentación eléctrica del elevador respectivo si hay más de uno.
- c. No se permitirá el acceso de personal ajeno al cuarto de máquinas y al cubo del elevador.
- d. No se permitirá ningún tipo de instalaciones en el cubo que no sean las propias del elevador.
- e. El cuarto de máquinas y el cubo estarán siempre limpios, debidamente protegidos y contarán con los señalamientos necesarios.

E.04. Mantenimiento preventivo.

a. A continuación se indica a título enunciativo pero no limitativo los trabajos a realizar en los diversos elementos de los sistemas de transporte electromecánicos.

1. Motor de corriente directa.- Los motores se deben revisar según su capacidad y características, de acuerdo a lo indicado en el capítulo 8.02.01.007 citado en la cláusula B de Referencias.

2. Tacodinamómetro.

2.1. Limpiar colector, controlar las escobillas.

2.2. Limpiar sistema de accionamiento.

3. Generador.

3.1. Limpiar el colector, verificando que las micas no sobresalgan de las delgas.

3.2. Verificar el tamaño de las escobillas.

3.3. Revisar ajuste de tornillería.

3.4. Verificar y recargar en su caso el nivel de aceite.

4. Excitatriz.

4.1. Limpiar el colector, verificando que las micas no sobresalgan de las delgas.

4.2. Verificar el tamaño de las escobillas.

4.3. Revisar ajuste de tornillería.

4.4. Verificar y recargar en su caso el nivel de aceite.

5. Interruptor centrífugo.

5.1. Limpieza y verificación de sus contactos.

5.2. Verificar su sistema de accionamiento.

6. Reductor de velocidad.

- 6.1. Verificar los niveles de aceite.
- 6.2. Verificar la lubricación de la chumacera mediante chequeo de acoplamiento que puede ser la cadena o anillo y observar si arrastra suficiente aceite.
- 6.3. Lubricación de partes móviles del reductor.
- 6.4. Verificar asiento rígido de la polea de tracción.
- 6.5. Verificar el estado de desgaste de las ranuras de la polea de tracción.
- 6.6. Verificar las poleas de tracción que no presenten fisuras.
- 6.7. Verificar el juego de la corona y el sinfín.

7. Frenado de la máquina.

- 7.1. Revisar que el tambor del freno se mantenga limpio de aceite y grasa.
- 7.2. Verificar el revestimiento de freno.
- 7.3. Verificar el freno abierto. Con freno abierto, el juego entre las zapatas de freno y el tambor debe ser aproximadamente 0.5 mm en ambos lados.
- 7.4. Verificar el retorno del freno a su posición neutra.
- 7.5. Verificar los resortes.
- 7.6. Aceitar los bujes y cojinetes de las partes móviles.
- 7.7. Verificar ajuste de tornillos y tuercas.

8. Motores de corriente alterna.- Los motores se deben revisar según su capacidad y características, de acuerdo a lo indicado en el capítulo 8.02.01.007, citado en la cláusula B de Referencias.

9. Regulador de velocidad.

- 9.1. Verificar si las partes móviles trabajan correctamente.
- 9.2. Aceitar y engrasar los bujes y cojinetes.
- 9.3. Verificar las pistas de recorrido para las ruedas de goma. Estas pistas deben estar absolutamente limpias.

10. Selector de piso.

- 10.1. Limpieza de los contactos.
- 10.2. Verificar el funcionamiento correcto de los contactos.
- 10.3. Engrasar la rueda dentada y el piñón.
- 10.4. Verificar el buen estado del dispositivo de accionamiento.
- 10.5. Verificar los contactos deslizadores.
- 10.6. Verificar los tornillos y tuercas.

11. Contactores.

- 11.1. Verificar la operación mecánica (sobrerecorrido).
- 11.2. Verificar la caída de tensión.
- 11.3. Verificar los contactos de trabajo.

- 11.4 Verificar los contactos de reposo.
- 11.5 Verificar los contactos auxiliares.
- 11.6 Las superficies quemadas de los contactos (fijos y móviles), se deben limpiar con lima de platino y limpiar sus residuos con trapo limpio.

- 12. Relevadores.
 - 12.1 Verificar la función mecánica.
 - 12.2 Verificar la caída de tensión.
 - 12.3 Verificar los contactos de reposo.
 - 12.4 Verificar los contactos de trabajo.

- 13. Inversores sobre la máquina.
 - 13.1 Verificar los contactos fijos y móviles.
 - 13.2 Contactos con superficies quemadas, hay que limarlas.
 - 13.3 Verificar el sobre recorrido (presión de contacto). Eventualmente habrá que ajustar los contactos fijos. Los contactos deben estar cerrados (las tres fases al mismo tiempo) en el momento que comienza a abrir el freno. De ninguna manera debe abrir el freno antes de que cierren los contactos.
 - 13.4 Aceitar y engrasar bujes y cojinetes.
 - 13.5 Verificar la caída del inversor. Hay que cuidar que el inversor no se pase al lado contrario.

- 14. Interruptor estrella - delta.
 - 14.1 Verificar los contactos.
 - 14.2 Verificar el estado del aceite.

- 15. Suspensión de cables de acero.
 - 15.1 Verificar la suspensión.
 - 15.2 Engrasar levemente los resortes de suspensión.

- 16. Interruptor del seguro contra caídas.
 - 16.1 Limpiar y lubricar ligeramente.
 - 16.2 Verificar su operación efectiva en viaje de revisión.

- 17. Interruptor de sobrepaso.
 - 17.1 Limpiar y lubricar ligeramente.
 - 17.2 Verificar su operación efectiva.

- 18. Tablero de revisión.
 - 18.1 Verificar la operación efectiva del interruptor de paro.
 - 18.2 Verificar la operación de los botones de subir y bajar.

19. Contactos de piso móvil.- Verificar los contactos del piso móvil con las correspondientes cargas.

20. Revisión dentro de la cabina.

20.1 Verificar el mando pulsando todos los botones de piso.

20.2 Verificar los botones "abrir" y "cerrar" puerta.

20.3 Verificar los contactos a llave.

20.4 Verificar las lámparas de señalización.

20.5 Verificar la iluminación y ventilador.

20.6 Verificar la nivelación dentro de las tolerancias.

20.7 Verificar la operación efectiva de la tira de seguridad.

20.8 Verificar la operación de la fotocelda de puertas.

21. Operador de puertas.

21.1 Limpiar y lubricar todos sus componentes.

21.2 Verificar el estado de sus componentes de transmisión de movimiento.

21.3 Verificar los interruptores que lo regulan.

21.4 Verificar el interruptor de puerta cerrada.

21.5 Verificar el dispositivo de arrastre.

21.6 Verificar el estado de las carretillas de suspensión.

21.7 Verificar los guíadores inferiores.

22. Dispositivo destrabador de puertas.

22.1 Limpiar y lubricar.

22.2 Verificar la efectividad de su operación.

23. Poleas de suspensión.

23.1 Verificar si las poleas presentan fisuras.

23.2 Engrasar cojinetes (ajustar engrasadora).

23.3 Verificar los tornillos y tuercas.

24. Suspensión de los cables de acero.

24.1 Verificar la suspensión (tuercas).

24.2 Engrasar los resortes.

24.3 Verificar los tornillos y tuercas.

25. Zapatas guía deslizantes y rodillo.

25.1 Verificar el juego de cabina.

25.2 Verificar el desgaste de las zapatas (si es necesario cambiarlas).

25.3 Rellenar aceiteras.

25.4 Verificar los rodillos.

- 25.5 Lubricar los cojinetes de los rodillos y de los brazos móviles.
- 25.6 Verificar los tornillos y tuercas.
- 26. Seguro contra caídas.
- 26.1 Verificar los tornillos y tuercas.
- 26.2 Aceitar y engrasar bujes, cojinetes y partes móviles (jaulas de rodillos, etc.)
- 26.3 Verificar el funcionamiento. Con cabina parada acuñar el paracaidas tirando del cable del regulador.
- 27. Verificar las suspensiones de los cables viajeros y del recorrido de los cables.
- 28. Contrapeso.
- 28.1 Verificar si las poleas de suspensión presentan fisuras (golpear todas las puertas con martillo pequeño).
- 28.2 Verificar las zapatas guía deslizantes y control del juego del contrapeso lo mismo que se indica en el párrafo E.04.a.24, sin incluir lo referente en cabina.
- 29. Puertas semiautomáticas (tipo batiente).
- 29.1 Verificar el funcionamiento de las cerraduras.
- 29.2 Abrir cerraduras para la limpieza, limpiar contactos, las partes móviles deben ser lubricadas.
- 29.3 Verificar el trabamiento del pasador.
- 29.4 Verificar la palanca y rodillo de la cerradura (aceitar).
- 29.5 Verificar el contacto de puerta.
- 29.6 Verificar el dispositivo de cierre (amortiguadores, resortes).
- 29.7 Aceite en las bisagras.
- 29.8. Ajuste de los dispositivos de cierre.
- 30. Puertas automáticas.
- 30.1 Verificar el funcionamiento.
- 30.2 Verificar las poleas de suspensión.
- 30.3 Verificar las zapatas inferiores.
- 30.4 Verificar el trabamiento.
- 30.5 Verificar los contactos de puerta.
- 30.6 Aceitar bujes y cojinetes de la traba electromecánica y del dispositivo de arrastre.
- 30.7 Verificar los tornillos y tuercas.
- 31. Puertas guillotina.
- 31.1 Verificar el funcionamiento de las cerraduras.
- 31.2 Abrir cerraduras para la limpieza, limpiar contactos, las partes móviles deben ser lubricadas.
- 31.3 Verificar el trabamiento.

- 31.4 Verificar la suspensión de las hojas de la puerta (cadenas, cables).
- 31.5 Verificar las suspensiones de los contrapesos.
- 31.6 Lubricar guías de las hojas, de los contrapesos y poleas de reenvío.
- 31.7 Verificar los tornillos y tuercas.

- 32. Rieles guías de cabina y de contrapeso.

- 32.1 Engrasar guías (si es necesario) en el caso de que no estén equipadas con guiadores a rodillo.
- 32.2 Verificar las fijaciones y grapas de las guías.
- 32.3 Verificar los empalmes.

- 33. Cadenas y cables de suspensión.

- 33.1 Verificar las suspensiones.
- 33.2 Verificar el recorrido (movimiento).
- 33.3 Verificar los tornillos y tuercas.

- 34. Amortiguadores de aceite y contactos.

- 34.1 Verificar el nivel de aceite.
- 34.2 Verificar los contactos (si es que hay).

- 35. Poleas de desvío.

- 35.1 Engrase de todas las poleas de desvío (cables del selector, regulador de compensación).
- 35.2 Verificar la posición de las poleas tensoras de los cables de compensación.

- 36. Interruptor de fuera de servicio.

- 36.1 Verificar el funcionamiento.
- 36.2 Verificar el interruptor.

- 37. Verificación general de los cables (suspensiones, compensación, selector, regulador).

- 38. Verificar el arranque.

- 39. Frenado (desaceleración).

- 39.1 Verificar el recorrido de aproximación.
- 39.2 Verificar el cambio de alta velocidad a baja velocidad.

- 40. Cadena tractora.

- 40.1 Lubricar.
- 40.2 Verificar la tensión.

- 40.3 Verificar velocidad de interruptor.
- 41. Pasamanos (escaleras eléctricas).
 - 41.1 Verificar la tensión.
 - 41.2 Verificar la operación del interruptor.
- 42. Verificar la operación del interruptor de paro.
- 43. Verificar la operación en ambos sentidos del interruptor de arranque.
- 44. Verificar la operación del interruptor de acceso.
- 45. Unidad motriz de elevador hidráulico.
 - 45.1 Verificar el nivel de aceite.
 - 45.2 Verificar la operación de las válvulas.
 - 45.3 Limpiar filtro.
- 46. Verificar el buen estado de las tuberías.
- 47. Pistón
 - 47.1 Verificar.
 - 47.2 Limpiar anillo protector.
- 48 Tambores de enrollamiento.
 - 48.1 Verificar
 - 48.2 Lubricar chumaceras.
- 49. Verificar el buen estado de la banda tractora.
- 50. Verificar la operación de los botones del tablero de control.
- b. Programa de mantenimiento preventivo.- A continuación se indican las frecuencias con las que debe realizarse el mantenimiento preventivo en los equipos de transportación electromecánica, de acuerdo con sus componentes específicos.

Mantenimiento preventivo					E.04.a	
Elevadores con motor de corriente directa					I	
Párrafo	Descripción	Mensual	Bimestral	Trimestral	Semestral	Anual
01	Motor de corriente directa	X				
02	Tacodinamómetro	X				
03	Generador	X				
04	Excitatriz	X				
05	Interruptor centrífugo	X				
06	Reductor de velocidad	X				
07	Freno de máquina	X				
09	Regulador de velocidad	X				
10	Selector de piso	X				
11	Contactores	X				
12	Relevadores		X			
13	Inversores sobre la máquina	X				
14	Interruptor estrella-delta		X			
15	Suspensión de cables de acero		X			
16	Interruptor del seguro contra caídas	X				
17	Interruptor de sobrepaso	X				
18	Tablero de revisión	X				
19	Contactos de piso móvil				X	
20	Verificación dentro de la cabina	X				
21	Operador de puerta	X				
22	Dispositivo destrabador de puertas	X				
23	Poleas de suspensión			X		
24	Suspensión de los cables de acero			X		
25	Zapatas, guía, deslizantes y rodillo	X				
26	Seguro contra caídas	X				
27	Verificador de suspensiones de cables viajeros	X				
28	Contrapeso	X				
30	Puertas automáticas	X				
32	Rieles guía de cabina y contrapeso	X				
33	Cadenas y cables de compensación			X		

Mantenimiento preventivo					E.04.a	
Elevadores con motor de corriente directa					I	
34	Amortiguadores de aceite y contactos		X			
35	Poleas de desvío	X				
36	Interruptor fuera de servicio		X			
37	Verificación general de los cables			X		
38	Verificar el arranque	X				
39	Frenado	X				

Mantenimiento preventivo					E.04.a	
Elevadores con motor de corriente alterna					II	
Párrafo	Descripción	Mensual	Bimestral	Trimestral	Semestral	Anual
08	Motor de corriente alterna	X				
09	Regulador de velocidad	X				
10	Selector de piso	X				
11	Contactores	X				
12	Relevadores		X			
13	Inversores de la máquina	X				
15	Suspensión de cables de acero		X			
16	Interruptor del seguro contra caídas	X				
17	Interruptor de sobrepaso	X				
18	Tablero de revisión	X				
19	Contactos de piso móvil				X	
20	Verificación dentro de la cabina	X				
21	Operador de puertas	X				
22	Dispositivo destrabador de puertas	X				
23	Poleas de suspensión			X		
24	Suspensión de los cables de acero			X		
25	Zapatas, guía, deslizantes y rodillo	X				
26	Seguro contra caídas	X				
27	Verificador de suspensiones de cables viajeros	X				
28	Contrapeso	X				
29	Puertas semiautomáticas (tipo batientes)					
30	Puertas automáticas	X				
31	Puertas guillotina	X				
32	Rieles guía de cabina y contrapeso	X				
33	Cadenas y cables de compensación			X		
35	Poleas de desvío	X				
36	Interruptor fuera de servicio		X			
37	Verificación general de los cables			X		

Mantenimiento preventivo					E.04.a	
Elevadores con motor de corriente alterna					II	
38	Verificar el arranque	X				
39	Frenado	X				

Mantenimiento preventivo					E.04.a	
Elevadores con motor de corriente alterna con frenado de corriente directa					III	
Párrafo	Descripción	Mensual	Bimestral	Trimestral	Semestral	Anual
02	Tacodinamómetro	X				
06	Reductor de velocidad	X				
07	Freno de máquina	X				
08	Motores de corriente alterna	X				
09	Regulador de velocidad	X				
10	Selector de piso	X				
11	Contactores	X				
12	Relevadores		X			
15	Suspensión de los cables de acero			X		
16	Interruptor del seguro contra caídas	X				
17	Interruptor de sobrepaso	X				
18	Tablero de revisión	X				
19	Contactos de piso móvil				X	
20	Verificación dentro de la cabina	X				
21	Operador de puertas	X				
22	Dispositivo destrabador de puertas	X				
23	Poleas de suspensión			X		
24	Suspensión de los cables de acero			X		
25	Zapatillas, guía, deslizantes y rodillos	X				
26	Seguro contra caídas	X				
27	Verificador de suspensiones de cables viajeros	X				
38	Contrapeso	X				
30	Puertas automáticas	X				
32	Rieles guía de cabina y contrapeso	X				
33	Cadenas y cables de compensación			X		
34	Amortiguadores de aceite y contactos		X			
35	Poleas de desvío	X				
36	Interruptor fuera de servicio		X			

Mantenimiento preventivo					E.04.a	
Elevadores con motor de corriente alterna con frenado de corriente directa					III	
37	Verificación general de los cables			X		
38	Verificar el arranque	X				
39	Frenado	X				

Mantenimiento preventivo					E.04.a	
Elevadores con motores de tensión y frecuencia variable					IV	
Párrafo	Descripción	Mensual	Bimestral	Trimestral	Semestral	Anual
02	Tacodinamómetro	X				
06	Reductor de velocidad	X				
07	Freno de máquina	X				
08	Motor de corriente alterna	X				
09	Regulador de velocidad	X				
10	Selector de piso	X				
11	Contactores	X				
12	Relevadores		X			
15	Suspensión de cables de acero		X			
16	Interruptor del seguro contra caídas	X				
17	Interruptor de sobrepaso	X				
18	Tablero de revisión	X				
19	Contactos de piso móvil				X	
20	Verificación dentro de la cabina	X				
21	Operador de puertas	X				
22	Dispositivo destrabador de puertas	X				
23	Poleas de suspensión			X		
24	Suspensión de los cables de acero			X		
25	Zapatas, guía, deslizantes y rodillo	X				
26	Seguro contra caídas	X				
27	Verificador de suspensiones de cables viajeros	X				
28	Contrapeso	X				
30	Puertas automáticas	X				
32	Rieles guía de cabina y contrapeso	X				
33	Cadenas y cables de compensación			X		
34	Amortiguadores de aceite y contactos		X			
35	Poleas de desvío	X				
36	Interruptor fuera de servicio		X			
37	Verificación general de					

Mantenimiento preventivo					E.04.a	
Elevadores con motores de tensión y frecuencia variable					IV	
	los cables			X		
38	Verificar el arranque	X				
39	Frenado	X				

Mantenimiento preventivo						E.04.a
Elevadores hidráulicos						V
Párrafo	Descripción	Mensual	Bimestral	Trimestral	Semestral	Anual
08	Motor de corriente alterna	X				
09	Regulador de velocidad	X				
10	Selector de piso	X				
11	Contactores	X				
12	Relevadores		X			
15	Suspensión de cables de acero			X		
16	Interruptor del seguro contra caídas	X				
17	Interruptor de sobrepaso	X				
18	Tablero de revisión	X				
20	Verificación dentro de la cabina	X				
21	Operador de puertas	X				
22	Dispositivo destrabador de puertas	X				
23	Poleas de suspensión			X		
24	Suspensión de los cables de acero			X		
25	Zapatillas, guía, deslizantes y rodillo	X				
26	Seguro contra caídas	X				
29	Puertas semiautomáticas (tipo batientes)	X				
30	Puertas automáticas	X				
31	Puertas guillotina	X				
32	Rieles guía de cabina y contrapeso	X				
36	Interruptor fuera de servicio		X			
37	Verificación general de los cables			X		
38	Verificar el arranque	X				
39	Frenado	X				
45	Unidad motriz de elevador hidráulico	X				
46	Verificar el buen estado de las tuberías	X				
47	Pistón	X				

Mantenimiento preventivo						E.04.a
Elevadores de tambor						VI
Párrafo	Descripción	Mensual	Bimestral	Trimestral	Semestral	Anual
06	Reductor de velocidad	X				
07	Freno de máquina	X				
08	Motor de corriente alterna	X				
09	Regulador de velocidad	X				
10	Selector de piso	X				
11	Contactores	X				
12	Relevadores		X			
15	Suspensión de cables de acero			X		
16	Interruptor del seguro contra caídas	X				
17	Interruptor de sobrepaso	X				
18	Tablero de revisión	X				
20	Verificación dentro de la cabina	X				
21	Operador de puertas	X				
22	Dispositivo destrabador de puertas	X				
24	Suspensión de los cables de acero			X		
25	Zapatas, guía, deslizantes y rodillo	X				
26	Seguro contra caídas	X				
27	Verificador de suspensiones de cables viajeros	X				
28	Contrapeso	X				
29	Puertas semiautomáticas (tipo batientes)	X				
30	Puertas automáticas	X				
32	Rieles guía de cabina y contrapeso	X				
36	Interruptor fuera de servicio		X			
37	Verificación general de los cables			X		
38	Verificar el arranque	X				
39	Frenado	X				
48	Tambor de enrollamiento	X				

Mantenimiento preventivo					E.04.a	
Elevadores de banda					VII	
Párrafo	Descripción	Mensual	Bimestral	Trimestral	Semestral	Anual
06	Reductor de velocidad	X				
07	Freno de máquina	X				
08	Motor de corriente alterna	X				
11	Contactores	X				
49	Verificar el buen estado de las bandas tractoras	X				

Mantenimiento preventivo					E.04.a	
Escaleras eléctricas					VIII	
Párrafo	Descripción	Mensual	Bimestral	Trimestral	Semestral	Anual
06	Reductor de velocidad	X				
07	Freno de máquina	X				
08	Motor de corriente alterna	X				
09	Regulador de velocidad	X				
11	Contactores	X				
12	Relevadores		X			
18	Tablero de revisión	X				
40	Cadena tractora	X				
41	Pasamanos (escalera eléctrica)	X				
42	Verificar la operación del interruptor de paro	X				
43	Verificar la operación del interruptor de arranque	X				
44	Interruptor de placa de acceso	X				

Mantenimiento preventivo					E.04.a	
Aceras móviles					IX	
Párrafo	Descripción	Mensual	Bimestral	Trimestral	Semestral	Anual
06	Reductor de velocidad	X				
07	Freno de máquina	X				
08	Motor de corriente alterna	X				
11	Contactores	X				
12	Relevadores		X			
18	Tablero de revisión	X				
39	Frenado	X				
40	Cadena tractora	X				
41	Pasamanos (escalera eléctrica)	X				
42	Verificar la operación del interruptor de paro	X				
43	Verificar la operación del interruptor de arranque	X				
44	Interruptor de placa de acceso	X				

Mantenimiento preventivo					E.04.a	
Transportadores de banda					X	
Párrafo	Descripción	Mensual	Bimestral	Trimestral	Semestral	Anual
06	Reductor de velocidad	X				
08	Motor de corriente alterna	X				
11	Contactores	X				
39	Arranque	X				
50	Verificar la operación del tablero de control	X				

Mantenimiento preventivo					E.04.a	
Transportadores de cangilones					XI	
Párrafo	Descripción	Mensual	Bimestral	Trimestral	Semestral	Anual
06	Reductor de velocidad	X				
08	Motor de corriente alterna	X				
11	Contactores	X				
38	Verificar arranque	X				
40	Cadena tractora	X				
50	Verificar la operación del tablero de control	X				

Mantenimiento preventivo					E.04.a	
Gravas viajeras y polipastas					XII	
Párrafo	Descripción	Mensual	Bimestral	Trimestral	Semestral	Anual
06	Reductor de velocidad	X				
07	Freno de máquina	X				
08	Motor de corriente alterna	X				
11	Contactores	X				
12	Relevadores		X			
17	Interruptor de sobrepaso	X				
27	Verificador de cables viajeros	X				
38	Verificar el arranque	X				
39	Frenado	X				

E.05. Mantenimiento correctivo.- Todos los trabajos de mantenimiento correctivo deben ser ejecutados por personal especializado y con experiencia bajo la supervisión técnica de empresas especializadas, las cuales otorgarán una garantía de los materiales y mano de obra ante el Gobierno del Distrito Federal de la correcta ejecución de los trabajos. A continuación se indican a título enunciativo pero no limitativo los trabajos a realizarse en los diversos elementos del sistema de transportación, electromecánica, con las correspondientes características de falla y su solución:

- a. Reparación de falla del motor tractor, devanados.
 - El motor no funciona
 - Despide olor a quemado
 - Toma corriente alta en comparación a la nominal.
 - **Solución:** Rebobinado.
- b. Reparación de falla del motor tractor, chumacera y/o balero.
 - En el caso de chumacera el juego entre la flecha del motor y la chumacera es perceptible a simple vista.
 - En el caso de balero, el ruido que hacen los rodamientos es perceptible.
 - **Solución:** Cambio de chumacera y/o balero.
- c. Reparación de falla del motor tractor, colector.
 - El movimiento de los carbones es perceptible.
 - Las micas sobresalen de las delgas.
 - La huella de los carbones es notable.
 - **Solución:** Rectificado de colector y cambio de carbones.

- d. Reparación de falla del generador, devanados.
- El motor no funciona.
 - Despide fuerte olor a quemado.
 - Toma corriente alta en comparación a la nominal.
 - **Solución:** Reembobinado.
- e. Reparación de falla del generador, chumacera y/o balero.
- En el caso de chumacera el juego entre la flecha del motor y la chumacera es perceptible a simple vista.
 - En el caso de balero el ruido que hacen los rodamientos es perceptible.
 - **Solución:** Cambio de chumacera y/o balero.
- f. Reparación de falla del generador, colector.
- El movimiento de los carbones es perceptible.
 - Las micas sobresalen de las delgas.
 - La huella de los carbones es notable.
 - **Solución:** Rectificado de colector y cambio de carbones.
- g. Reparación de falla de reductor de velocidad, corona sinfín.
- El juego entre la corona y el sinfín es notable.
 - **Solución:** Cambio de corona y sinfín.
- h. Reparación de falla del reductor de velocidad, chumaceras.
- Las lanas de calibración rebasan las tolerancias admisibles.
 - **Solución:** Cambio de chumaceras.
- i. Reparación de fallas de poleas.
- Los cables penetran demasiado en el ranurado de la polea en "V".
 - **Solución:** Cambio de polea tractora.
- j. Reparación de válvulas.
- La regulación y ajuste de velocidad el cambio de velocidad y la parada son descontrolados.
 - **Solución:** Cambio de válvula.
- k. Reparación del tambor de enrollamiento. - El tambor presenta fisuras.
- **Solución:** Cambio de tambor.

- l. Reparación de banda tractora (Elevadores de banda para estacionamientos).
- Es evidente el deterioro de la banda.
 - **Solución:** Cambio total o parcial de la banda.
- m. Reparación de pasamanos.
- No obstante que el tensor se encuentra en el límite del pasamano, tiende a partirse.
 - **Solución:** Recortar y vulcanizar.
- n. Reparación de cadena tractora.
- No es posible trasladarla por los medios instalados para este propósito.
 - Los eslabones presentan daño.
 - **Solución:** Cambio de cadena.
- ñ. Reparación de escalones.
- El estriado está golpeado.
 - Los rodamientos están gastados, y brincotea al desplazarse.
 - **Solución:** Cambios de escalones dañados.
- o. Reparación de rodillos transportadores.
- El juego rebasó los límites de tolerancia.
 - **Solución:** Cambio de rodillos.

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

F.01. () Revisión y elaboración de diagnóstico o ficha técnica y mantenimiento preventivo para el sistema de elevación. El costo directo incluye: los materiales de menor consumo necesarios para la realización del trabajo, y detección de fallas del elevador; la mano de obra especializada para la ejecución de las pruebas vacío y con carga, verificación de desplazamiento de cabina, apertura y cierre de puertas, revisión de cables, tambor de enrollado, poleas, freno, reductor, flecha, coples, motor, amortiguador, el retiro de señalizaciones, la limpieza general del área y la puesta en servicio de la unidad; la herramienta, aparatos y equipos necesarios para la correcta ejecución del trabajo.

La unidad de medida será la pieza.

Para cuantificar, se contarán las piezas revisadas en el sitio de los trabajos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Revisión y mantenimiento preventivo de elevador de tracción \$/pza

F.02. () Revisión y elaboración de diagnóstico o ficha técnica y mantenimiento preventivo, para el sistema de elevación (escalera eléctrica).- El costo directo incluye; Los materiales de menor consumo necesarios para la realización del trabajo y detección de falla de la escalera eléctrica; la mano de obra especializada para la realización y ejecución de las pruebas en vacío y con carga, retiro de tolvas y guardas, revisión visual de escalones catarinas, cadena rodamientos, flechas coples y motor, limpieza, lubricación y relleno de aceite en los depósitos especificados de lubricación, montaje y ajuste, las pruebas y colocación de tolvas y guardas, limpieza general del área, el retiro de señalizaciones y la puesta en servicio del sistema; la herramienta y el equipo necesarios para la correcta ejecución del trabajo.

La unidad de medida será la pieza revisada.

Para cuantificar, se contarán las piezas revisadas en el sitio de los trabajos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Revisión y mantenimiento preventivo de escalera eléctrica \$/pza

F.03. () Revisión y elaboración de los diagnósticos o fichas técnicas y mantenimiento preventivo del sistema de elevadores tipo tambor.- El costo directo incluye: los materiales necesarios para la revisión; la mano de obra especializada para la realización de las pruebas en vacío y con carga, verificación del desplazamiento de cabina, aperturas y cierre de puertas revisión de cables, tambor de enrollado, polea freno, reductor, flechas, coples, motor, amortiguador, colocación y retiro de señales, puesta en servicio del equipo y limpieza final de la zona, el equipo y herramienta necesarios para la correcta ejecución del trabajo.

La unidad de medición será la pieza, revisada.

Para cuantificar, se contarán las piezas revisadas en el sitio de los trabajos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Revisión y mantenimiento preventivo de elevador tipo tambor \$/pza

F-04. () Revisión y elaboración de diagnóstico o ficha técnica y mantenimiento preventivo para el sistema de elevación (Elevador hidráulico).- El costo directo incluye: los materiales de menor consumo necesarios para la realización del trabajo, y detección de falla del elevador; la mano de obra especializada para la ejecución de las pruebas en vacío y con carga, verificación del desplazamiento de la cabina, apertura y cierre de puertas, revisión de cables, poleas, cilindros, pistón, bomba de aceite, mangueras, tuberías, limpieza, purga, calibración de válvulas, cambio de aceite, sellado de fugas de aceite, lubricación de guías, limpieza de tableros eléctricos, el retiro de señalizaciones, la limpieza general del área, y la puesta en servicio de la unidad; la herramienta, aparatos y equipos necesarios para la correcta ejecución del trabajo.

La unidad de medida será la pieza.

Para cuantificar, se contarán las piezas revisadas en el sitio de los trabajos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Revisión y mantenimiento preventivo de elevador hidráulico. \$/pza

F.05. () Revisión de falla del motor tractor.- El costo directo incluye: Los materiales de menor consumo necesarios para pruebas de motor tractor; la mano de obra especializada para la realización y ejecución de las pruebas en vacío y con carga, acoplado y libre según se especifique, asimismo la ficha u hoja de diagnóstico, el acoplamiento y conexiones eléctricas y la limpieza general del área de trabajo, retirando señalizaciones, y puesta en operación de la unidad; la herramienta, equipos y aparatos requeridos para las pruebas.

La unidad de medida será la pieza.

Para cuantificar, se contarán las piezas revisadas y probadas en el sitio de los trabajos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Revisión de falla del motor tractor \$/pza

F.06. () Reparación de falla del generador o motor de corriente directa, devanado y colector.- El costo directo incluye: los materiales necesarios, para probar el generador en la realización del diagnóstico, los requisitos para el desmontaje, limpieza, montaje, sustitución de partes dañadas, o reposición completa y los necesarios en las pruebas para verificar su buen funcionamiento; la mano de obra para llevar a cabo las pruebas previas al diagnóstico, la realización del diagnóstico, el desmontaje, la limpieza, el montaje, corrección, sustitución o reposición de piezas y pruebas para verificación final; las herramientas, aparatos, y equipo necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.

La unidad de medida será la pieza.

Para cuantificar, se contarán los generadores revisados, reparados y probados en el sitio de los trabajos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Reparación del generador o motor de corriente directa devanado y colector. Diversos tipos, marcas y capacidades. \$/pza

F.07. () Reparación de falla del reductor de velocidad, chumacera, corona y sinfín.- El costo directo incluye: Los materiales necesarios, para probar el reductor de velocidad en la realización del diagnóstico, los requeridos para el desmontaje, limpieza, montaje, sustitución de partes dañadas, o reposición completa y los necesarios en las pruebas para verificar su buen funcionamiento; la mano de obra para llevar a cabo las pruebas previas al diagnóstico, la realización del diagnóstico, el desmontaje, la limpieza, el montaje, corrección, sustitución o reposición de piezas y pruebas para verificación final; las herramientas, aparatos, y equipo necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.

La unidad de medida será la pieza.

Para cuantificar, se contarán los reductores de velocidad, revisados y reparados en el sitio de los trabajos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a

través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Cambio de chumacera y el sinfín. Diversos tipos, marcas y capacidades. \$/pza

F.08. () Cambio de polea y/o válvulas y/o tambor de enrollamiento.- El costo directo incluye: Los materiales necesarios, para probar la polea en la realización del diagnóstico, los requeridos para el desmontaje, limpieza, montaje, sustitución de partes dañadas, o reposición completa y los necesarios en las pruebas para verificar su buen funcionamiento; la mano de obra para llevar a cabo las pruebas previas al diagnóstico, la realización del diagnóstico, el desmontaje, la limpieza, el montaje, corrección, sustitución o reposición de piezas y pruebas para verificación final; las herramientas, aparatos, y equipo necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.

La unidad de medida será la pieza.

Para cuantificar, se contarán las piezas revisadas, cambiadas y probadas en el sitio de los trabajos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Cambio de polea motriz o inducida y/o de válvulas y/o tambor de enrollamiento según tamaños y características \$/pza

F.09. () Reparación de banda tractora (Elevadores de banda para estacionamientos).- El costo directo incluye: Los materiales de menor consumo, para probar la banda tractora en la realización del diagnóstico, lo requerido para el desmontaje, limpieza, montaje, sustitución de partes dañadas, o reposición completa y los necesarios en las pruebas para verificar su buen funcionamiento; la mano de obra para llevar a cabo las pruebas previas al diagnóstico, la realización del diagnóstico, el desmontaje, la limpieza, el montaje, corrección, sustitución o reposición de piezas y pruebas para verificación final; las herramientas, aparatos y equipo necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.

La unidad de medida será la pieza.

Para cuantificar, se contarán las piezas revisadas y reparadas en el sitio de los trabajos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Reparación de banda tractora. Diversos tipos, marcas
y capacidades. \$/pza

F.10. () Reparación de pasamanos.- El costo directo incluye: Los materiales de menor consumo, para probar el pasamanos en la realización del diagnóstico, los requeridos para el desmontaje, limpieza, montaje, sustitución de partes dañadas, o reposición completa y los necesarios en las pruebas para verificar su buen funcionamiento; la mano de obra para llevar a cabo las pruebas previas al diagnóstico, la realización del diagnóstico, el desmontaje, la limpieza, el montaje, corrección, sustitución o reposición de piezas y pruebas para verificación final; las herramientas, aparatos, y equipo necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.

La unidad de medida será la pieza.

Para cuantificar, se contarán las piezas revisadas y reparadas en el sitio de los trabajos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Reposición de pasamanos. Diversos tipos y marcas. \$/pza

F.11. () Reparación de cadena tractora.- El costo directo incluye:- Los materiales de menor consumo, para probar la cadena tractora en la realización del diagnóstico, los requeridos para el desmontaje, limpieza, montaje, sustitución de partes dañadas, o reposición completa y los necesarios en las pruebas para verificar su buen funcionamiento; la mano de obra para llevar a cabo las pruebas previas al diagnóstico, la realización, el desmontaje, la limpieza, el montaje, corrección, sustitución, o reposición de piezas y pruebas para verificación final; las herramientas, aparatos, y equipo necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.

La unidad de medida será la pieza.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

()	Reparación o cambio de cadena tractora. Diversos tipos, marcas y capacidades	\$/pza
-----	--	--------

La unidad de medida será la pieza.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

() Reparación o cambio de escalón de diversos tipos, marcas y capacidades.	\$/pza
---	--------

La unidad de medida será la pieza.

Para cuantificar, se contarán las piezas revisadas y reparadas en el sitio de los trabajos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Reparación o cambio de rodillo transportador.
Diversos tipos, marcas y capacidades. \$/pza

F.14. () Cambio de bomba hidráulica.- El costo directo incluye: Los materiales de menor consumo para pruebas de la bomba; la mano de obra especializada para la realización y ejecución de las pruebas en vacío y con carga, asimismo la ficha u hoja de diagnóstico, el acoplamiento y conexiones eléctricas y la limpieza general del área de trabajo, retirando señalizaciones, y puesta en operación de la unidad; la herramienta, equipos y aparatos necesarios para las pruebas.

La unidad de medida será la pieza.

Para cuantificar, se contarán las piezas revisadas y/o cambiadas en el sitio de los trabajos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Cambio de bomba hidráulica de diversos tipos,
marcas y capacidades. \$/pza

LIBRO	8	CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE OBRAS Y EQUIPOS
PARTE	02	OBRAS ELECTROMECAÓNICAS
SECCIÓN	02	MECÁNICA
CAPÍTULO	005	PLANTAS POTABILIZADORAS Y DE TRATA-MIENTO DE AGUAS RESIDUALES

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Planta potabilizadora

a. Es aquella en la cual se trata el agua para ser suministrada con las características de salud e higiene para consumo humano.

b. Potabilización.- Es el conjunto de procesos físicos o químicos por los cuales se obtiene agua que cumpla con los requisitos de calidad establecida por las autoridades para el consumo humano, preparación de alimentos y servicios domésticos.

c. Atendiendo al influente que reciben y a su procedencia, las plantas potabilizadoras se clasifican de la siguiente manera:

Planta potabilizadora de agua superficial.

Planta potabilizadora de agua subterránea.

Planta potabilizadora mixta (superficial y subterránea)

Las características del influente afectan al proceso por aplicar en su potabilización y por lo tanto a su equipamiento.

d. Procesos empleados.- De acuerdo al proceso de potabilización, las plantas están constituidas generalmente por una o más de las siguientes partes:

1. Mecánico. - Esta parte de la planta representa el proceso en el cual por medios mecánicos se obtiene una depuración parcial de partículas sólidas sedimentables.

2. Químico.- Es la sección de la planta donde mediante la aplicación de reactivos y reacciones se obtiene la depuración parcial del influente.

3. Biológico.- Se puede definir como el lugar de la planta donde se llevan a cabo los procesos removedores fundamentalmente de la materia orgánica en suspensión y elementos patógenos.

e. Equipamiento de la planta.- Existen diferentes arreglos dentro de las plantas de potabilización, entre los que destacan:

(En la figura 1 se presenta el diagrama de flujo básico de la planta potabilizadora, mostrando el tren del proceso).

1. Caja de recepción.- Es el lugar donde se lleva a cabo la concentración del influente proveniente del lugar de suministro, la cual puede ser de forma circular o rectangular y ser construida de concreto reforzado o metálica.

2. Medición.- Sistema manual o automático, que consiste en un canal generalmente de concreto reforzado, en donde se instala el medidor, el cual puede ser:

2.1 Parshall o vertedor (doble sutro)

2.1.1 Registrador local.

2.1.2 Registro con grabadora.

3. Tanque de adición de químicos.- Lugar de la planta donde se lleva a cabo el acondicionamiento de los elementos (floculantes) necesarios que se adicionarán al proceso de potabilización.

4. Tanque de mezcla rápida (agitador rápido).- En esta sección de la planta se lleva a cabo la homogeneización del influente y elementos químicos y consiste generalmente de un tanque, que puede ser de forma circular o rectangular y ser construido de concreto reforzado o metálico; se cuenta adicionalmente con los dosificadores para los polímeros o los coagulantes requeridos.

5. Floculador.- Es la parte del proceso donde se forman los flóculos para su posterior sedimentación o separación. Consta de un tanque que puede ser de forma circular o rectangular y ser construido de concreto reforzado o metálico; el equipo que integra al floculador puede ser con paletas o agitadores.

6. Clarificador.- Equipo de proceso cuya finalidad principal es la reducción del material suspendido en el agua. Está integrado por un tanque, que puede ser de forma circular o rectangular y ser construido de concreto reforzado o metálico; el equipo que integra al clarificador son las rastras, metálicas o de madera, mamparas metálicas y los vertedores.

7. Filtros.- Unidad del proceso cuyo objetivo principal es la remoción de sólidos en suspensión que pasan del clarificador a los medios filtrantes. El filtro está construido de concreto reforzado de forma rectangular. Los medios filtrantes empleados en esta unidad son generalmente:

7.1. Arena.

7.2. Antracita.

7.3. Dual (arena-antracita)

8. Desinfección.- Es la última etapa del proceso en el cual se lleva a cabo la desinfección del agua previamente tratada, eliminando a los gérmenes patógenos por medio de:

8.1. Hipoclorito de sodio o calcio.

8.2. Gas cloro.

9. Adecuación de los lodos.- Es el proceso en el cual se realiza la última disposición de los lodos o subproductos derivados de cada una de las partes del proceso y puede ser por medio de:

9.1 Secado al aire.

9.2 Incineración.

9.3 Deshidratación.

9.3.1. Centrifugación.

9.3.2. Filtro prensa.

De acuerdo con la norma NOM-CCA-031-ECOL, no se deben tirar al drenaje los lodos activos.

A.02. Planta de tratamiento de aguas residuales.

a. Es el conjunto de procesos unitarios, a través de los cuales el agua se va depurando conforme a la calidad requerida de acuerdo a los fines a que se destinará el efluente tratado.

b. Aguas residuales.- En el líquido de composición variada proveniente de usos doméstico, industrial, comercial, agrícola, pecuario o de cualquiera otra índole, ya sea pública o privada, y que por tal motivo haya sufrido degradación en su calidad original.

c. Clasificación de las plantas de tratamiento de aguas residuales.- Las plantas de tratamiento de aguas residuales se clasificarán en función de las siguientes características:

1. Atendiendo al influente que reciben:

1.1. Plantas de tratamiento de agua de naturaleza doméstica.

1.2. Plantas de tratamiento de agua de naturaleza industrial.

2. Calidad requerida del agua del efluente.- Por el destino de reuso de la misma:

2.1. Reuso en riego:

2.1.1. Cultivos no destinados al consumo humano.

2.1.2. Cultivos que se consumen cocinados; piscicultura.

2.1.3. Cultivos que se consumen crudos.

2.2. Reuso recreativo.

2.2.1. Sin contacto humano.

2.2.2. Con contacto humano.

2.3. Aprovechamiento industrial.

2.4. Aprovechamiento municipal.

2.4.1. Agua no potable.

2.4.2. Agua potable.

3. Procesos empleados en la planta.

Existen dos grandes formas de clasificación de procesos de tratamiento de aguas residuales.

3.1. El primero se refiere al nivel, grado o eficiencia en la remoción de contaminantes y se divide en:

3.1.1. Pretratamiento.- Proceso en el cual por medios mecánicos se elimina el material inorgánico que arrastran las aguas residuales.

3.1.2. Tratamiento primario.- Proceso en el cual por medios mecánicos se obtiene una depuración físico química parcial del influente, quitando los sólidos en suspensión.

3.1.3. Tratamiento secundario.- Proceso en el cual por medios químicos y/o biológicos se obtiene una depuración parcial del influente, quitando fundamentalmente materia orgánica.

3.1.4. Tratamiento terciario.- Proceso en el cual por medios físicos, químicos y biológicos, se lleva a cabo la remoción de contaminantes no eliminados en los procesos anteriores.

3.2. La segunda forma de clasificación atiende a las características del proceso empleado:

3.2.1. Físico

3.2.2. Biológico

3.2.3. Físico - químico.

d. Equipamiento de la planta.- Existen diferentes arreglos dentro de las plantas de tratamiento de aguas residuales, de los que destacan:

(En la fig. 2 se presenta el diagrama del flujo básico de una planta de tratamiento de aguas residuales del Gobierno del Distrito Federal).

1. Cajas de recepción.- Es el lugar donde se lleva a cabo la concentración del influente proveniente del lugar de suministro, la cual puede ser de forma circular o rectangular y ser construida de concreto reforzado o metálica.

2. Medición.- Sistema manual o automático, que consiste en un canal generalmente de concreto reforzado, en donde se instala el medidor, el cual puede ser:

2.1. Parshall o vertedor (doble sutro).

2.1.1. Registro local.

2.1.2. Registrador con grabadora.

3. Pretratamiento.- Se designa con este nombre al conjunto de unidades que tienen como finalidad, la eliminación de materiales que perjudican al sistema de conducción, equipo de bombeo o etapas subsecuentes del proceso.

Las unidades o dispositivos empleados son:

3.1. Rejillas o cribas de barras.- Tienen como objeto la remoción de los materiales grandes en suspensión, los cuales pueden ser retirados manual o mecánicamente.

3.1.1. Rejillas fijas: Metálicas o plásticas.

3.1.2. Rejillas móviles.

3.2. Desarenador.- Es la parte del proceso cuyo objetivo es la remoción de sólidos inorgánicos, como arena, ceniza y grava, pudiendo ser de forma circular o rectangular y contruidos de concreto reforzado o metálico.

4. Sedimentador primario.- En esta parte del proceso se realiza la remoción de partículas sólidas a través de precipitación, que se va acumulando en el fondo del tanque, que puede ser de forma circular o rectangular y contruido de concreto reforzado o metálico.

5. Tanque de aereación.- En esta parte del proceso, se realiza la biodegradabilidad de la materia orgánica. El tanque puede ser de forma circular o rectangular y contruido de concreto reforzado o metálico. El equipamiento en esta fase del proceso está contruido por aereadores mecánicos (fijos o flotantes), o bien el uso de sopladores.

6. Sedimentador secundario o clarificador.- Fase del proceso en la cual por gravedad, se asienta y deposita la materia sólida sedimentable. El tanque puede ser de forma circular o rectangular y contruido de concreto reforzado o metálico. El equipo básico en esta parte del proceso consiste en:

6.1. Rastras metálicas o madera.

6.2. Mamparas metálicas.

6.3. Vertedores.

7. Filtros.- Etapa del proceso en el cual se retienen los sólidos en suspensión no removidos en los pasos previos, mejorando la calidad del efluente. El tanque puede ser de forma circular o rectangular y contruido de concreto reforzado o metálico. El material filtrante generalmente es de arena, pudiendo ser de antracita o dual (arena-antracita).

8. Desinfección.- Es la última etapa del proceso en el cual se lleva a cabo la desinfección del agua tratada, mediante la oxidación del remanente de la materia

orgánica y la eliminación de los organismos patógenos. El tanque generalmente es de forma rectangular y construida de concreto reforzado.

El proceso de desinfección puede ser mediante:

- 8.1. Hipoclorito de sodio o calcio.
- 8.2. Gas cloro.

El equipamiento en el proceso de desinfección se compone del dosificador, recipientes de almacenamiento (polietileno o cilindros metálicos de gas) y báscula.

9. Digestor de lodos.- El proceso mediante el cual se estabilizan los lodos de desecho, tanto primarios como secundarios (de acuerdo con la norma NOM-CCA-031-ECOL no se deben tirar al drenaje estos lodos). El tanque puede ser de forma circular o rectangular y construido de concreto reforzado o metálico.

Las variedades en el sistema de digestión son:

- 9.1. Digestión aerobia que se logra mediante aereadores mecánicos (fijos o flotantes) o sopladores.
- 9.2. Digestión anaerobia, proceso que no requiere de equipamiento.

10. Espesador de lodos.- En esta parte del proceso se compactan los lodos, cuyo propósito fundamental es disminuir su volumen para su posterior disposición. El tanque puede ser de forma circular o rectangular y construido de concreto reforzado o metálico.

El equipamiento del espesador consta de patetas (metálicas o de madera), mamparas metálicas y vertedores.

11. Lechos de secado.- Es la fase final de adecuación de lodos dentro de la planta de tratamiento, mediante su deshidratación y estabilización. Esta adecuación generalmente se realiza en tanques rectangulares de concreto reforzado, con cama de arena y grava, cubiertos para evitar se vuelvan a mojar con la lluvia.

A.03. Mantenimiento preventivo.- Son aquellas actividades tendientes a la preservación y adecuada operación de la planta, desarrolladas sistemáticamente antes del tiempo en que se habría presentado una falla, o bien se hace la corrección de la falla en su fase inicial, programada para ser corregida en el momento oportuno.

La detección de las fallas se obtiene a partir de los trabajos de inspección de los bienes físicos (bif) de la planta. El reemplazo efectuado oportunamente puede ser realizado como medida preventiva. En el mantenimiento preventivo se incluyen los niveles.

a. Mantenimiento programado (sistemático).- En el mantenimiento preventivo programado, los trabajos deben ser efectuados en base a una planeación perfectamente estructurada y organizada para establecer un programa conforme a la estadística del mantenimiento y el control de operaciones, trabajos o tareas.

b. Mantenimiento de mejora.- En éste se modifica el diseño original para obtener mayor eficiencia en la operación de la planta, en base a la experiencia obtenida; surge como una necesidad.

c. Mantenimiento total.- Es el desarrollo del mantenimiento a través de la participación de todo el personal y la mejora del equipo como consecuencia de la aplicación; Es resultado de un planteamiento de acondicionamiento dado un crecimiento de requerimientos o modernización.

A.04. Mantenimiento correctivo en planta.- Es el conjunto de actividades que se realizan para la eliminación de las fallas a medida que éstas se presentan. Las operaciones que se desarrollan en este tipo de mantenimiento son fundamentalmente la reparación y el cambio.

Por lo tanto, deben ir incorporándose progresivamente los equipos de mayor importancia a un mantenimiento preventivo (MP), conforme a un programa preestablecido, apoyado por el manual de mantenimiento de la planta.

A.05. Definiciones complementarias:

a. Para comprender mejor el mantenimiento de la planta, se presentan las siguientes definiciones complementarias.

1. Aereación.- Fenómeno de transferencia de oxígeno del aire al entrar en contacto el agua.

2. Aereador.- Equipo mecánico usado para realizar el contacto del agua con el aire y producir el fenómeno de aereación.

3. Aerobios.- Organismos que utilizan oxígeno molecular disuelto (libre) en el agua para sus funciones vitales.

4. Alcalinidad.- Parámetro que representa el contenido de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos en el agua, expresados comúnmente en términos de mg/l de CaCO_3 .

5. Anaerobios.- Organismos que utilizan para cumplir sus procesos vitales, el oxígeno liberado por descomposición de sólidos orgánicos e inorgánicos presentes en las aguas.

6. Bacterias.- Organismos unicelulares que, en el caso del proceso de lodos activados, son responsables de la degradación de la materia orgánica contenida en ella, debido a que se han adoptado a utilizarla como substrato o alimento.

7. Biodegradabilidad.- Comportamiento de los compuestos orgánicos, ante un sistema de oxidación biológica que depende en forma básica de su estructura química y de adaptación que los microorganismos encargados de la degradación hayan desarrollado respecto a dichos compuestos. Así mediante una aclimatación adecuada

puede especializarse, adaptarse, o degradar un compuesto que otros grupos no pueden.

8. Biodegradación.- Se define así a la oxidación de compuestos orgánicos complejos, llevada a cabo por microorganismos que los transforman a sustancias orgánicas estables, dióxido de carbono y agua.

9. Biomasa.- Es el conjunto de microorganismos presentes en el tratamiento secundario y que se encargan de realizar la biodegradación de la materia orgánica a la que utilizan como sustrato.

10. Capacidad nominal.- Es el gasto de agua por tratar en la planta y que ésta puede entregar con la calidad establecida en el diseño.

11. Carga en vertedores.- Define el gasto que pasa por unidad de longitud del vertedor.

12. Carga orgánica.- Representa la cantidad de sustrato aplicada al proceso por día, usualmente sus unidades son kg DBO/día o kg DQO/día.

13. Carga superficial.- Parámetro de diseño para tanques de sedimentación, se expresa mediante el gasto ($m^3/día$) aplicado por unidad de área (m^2) del sedimentador. Su importancia deriva del hecho que afecta directamente las eficiencias de remoción de sólidos sedimentables, en suspensión y DBO.

14. Clarificación.- Proceso o combinación de procesos cuya finalidad principal es la reducción de materiales suspendidos en el agua. En el tratamiento de aguas residuales comúnmente es usado como sinónimo de sedimentación.

15. Cloración.- Adición de cloro para eliminación o reducción de gérmenes patógenos en el agua.

16. Compuerta.- Dispositivo mecánico empleado para el cierre o apertura de conductos.

17.- Condiciones particulares de las descargas de aguas residuales.- Son el conjunto de características físicas, químicas y bacteriológicas que deben satisfacer las aguas residuales antes de su descarga a un cuerpo receptor.

18. Cribas.- Equipo mecánico que realiza la remoción de lodos sedimentados.

19. Cuerpo receptor.- Es toda red colectora, río, cuenca, cauce, vaso o depósito de aguas que sea susceptible de recibir directa o indirectamente la descarga de aguas residuales.

20. Desarenador.- Es el dispositivo en el cual se controla la velocidad del influente, para propiciar la sedimentación de material inorgánico manteniendo en suspensión los elementos orgánicos.

21. Descarga.- El conjunto de aguas residuales que se vierten o disponen en algún cuerpo receptor.
22. Demanda química de oxígeno (DQO).- Es la cantidad de oxígeno necesario para oxidar materia orgánica e inorgánica por reacciones puramente químicas.
23. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO).- Es la cantidad de oxígeno utilizado para la oxidación biológica de la materia orgánica carbonácea, contenida en las aguas residuales, durante un tiempo específico.
24. Efluente.- Agua residual, agua cruda o parcialmente tratada que sale de un depósito, estanque o planta de tratamiento.
25. Enzima.- Agente catalizador que acelera una reacción de la biodegradación. El desarrollo de las enzimas es el fundamento del proceso de lodos activados, ya que habilita a la biomasa, es decir, la activa para la biodegradación.
26. Filtros intermitentes de arena.- Unidad de proceso que consiste en camas o lechos de arena por donde es pasada en forma intermitente el agua residual (previamente tratada) y cuya finalidad es remover partículas finas suspendidas.
27. Flóculo.- Agrupación de materia orgánica, nutrientes y microorganismos.
28. Influyente.- Se define al líquido que entra a una unidad de proceso.
29. Lodos.- Sólidos acumulados por asentamiento en los tanques sedimentadores con mayor o menor contenido de agua formando una masa semilíquida.
30. Lodos activados.- Sólidos sedimentados en el tanque de sedimentación secundaria que contienen microorganismos adaptados a la biodegradación del desecho influente. Son recirculados al tanque de aereación para mantener una concentración constante de microorganismos.
31. Medio filtrante.- Material inorgánico (arena, antracita, grava, etc.) por el cual se hace pasar el agua y retiene los sólidos en suspensión.
32. Metabolismo.- los nutrientes absorbidos por los microorganismos sufren diferentes reacciones bioquímicas, entre ellas las de oxidación y síntesis mediante las cuales los microorganismos desarrollan sus funciones vitales. Durante la oxidación se libera energía que es aprovechada por la biomasa para sintetizar nuevas células. Estos dos procesos, oxidación y síntesis son denominados metabolismo.
33. Nivel de tratamiento.- Las operaciones efectuadas durante el tratamiento de aguas producen diferentes calidades de efluente según sea el objetivo que persiguen. Se tienen niveles: preliminares, primario, secundario y avanzado o terciario.

34. Nutrientes.- Sustancias utilizadas por los microorganismos para producir nuevas células en el proceso de síntesis. Usualmente se utiliza este término para designar al nitrógeno y fósforo.
35. Oxidación.- Consiste en la descomposición de la materia orgánica a través de microorganismos, que utilizan el oxígeno libre produciendo energía, dióxido de carbono y agua.
36. Reactor biológico.- Equipo de proceso en el cual se lleva a cabo la digestión de la materia orgánica.
37. Sedimentación.- El proceso de asentar y depositar por gravedad la materia suspendida que arrastra el agua.
38. Substrato.- Se define así a la materia orgánica disponible como fuente de alimento para los microorganismos.
39. Tiempo de retención.- Tiempo que permanece un líquido en un tanque para un caudal dado, suponiendo un desplazamiento total. Se obtiene al dividir el volumen del tanque entre el gasto.
40. Tren de tratamiento.- Conjunto de operaciones y procesos destinados a producir agua renovada a una calidad establecida, partiendo de las características del agua influente.
41. Vertedor.- Barrera que se coloca para regular, controlar y medir un flujo de agua por gravedad.

B. REFERENCIAS DEL CONCEPTO EN OTROS DOCUMENTOS

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en el mantenimiento de las Plantas Potabilizadoras y de Tratamiento de Aguas Residuales, y que son tratados en otros capítulos de estas Normas de Construcción del Gobierno del Distrito Federal o en el de Normas de otras Dependencias o Entidades de la Federación, Organismos o Asociaciones Nacionales Regionales o Internacionales, los cuales deben sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas de Materiales, Requisitos de Ejecución, Subconceptos de Obra, Alcances, Unidades de Medida, Criterios para Cuantificar y Base de Pago, que se asientan en los capítulos indicados en la siguiente tabla y de los cuales ya no se hará más referencia en el texto de este capítulo.

Concepto	Capítulo de Dependencia referencia
Plantas potabilizadoras	2.03.05.001 G.D.F.

Concepto	Capítulo de Dependencia referencia	
Plantas de tratamiento de aguas residuales	2.03.05.002	G.D.F.
Concreto hidráulico para obra	3.01.02.007	G.D.F.
Aditivo para concreto hidráulico	3.01.02.008	G.D.F.
Junta en edificaciones	3.01.02.009	G.D.F.
Prefabricado de concreto	3.01.02.010	G.D.F.
Acero de refuerzo para concreto	3.01.02.011	G.D.F.
Mallas de alambre para refuerzo	3.01.02.013	G.D.F.
Acero de preesfuerzo	3.01.02.014	G.D.F.
Estructura metálica	3.01.02.015	G.D.F.
Soldadura	3.01.02.016	G.D.F.
Muros	3.01.02.017	G.D.F.
Mezclas asfálticas	4.01.02.001	G.D.F.
Concreto hidráulico	4.01.02.003	G.D.F.
Aditivos para concreto hidráulico	4.01.02.004	G.D.F.
Materiales para curado de concreto hidráulico	4.01.02.005	G.D.F.
Placas de hule sintético (neopreno)	4.01.02.006	G.D.F.
Tubos y piezas especiales de concreto simple	4.01.02.011	G.D.F.
Tubos y accesorios de concreto reforzado	4.01.02.012	G.D.F.
Tubos y piezas especiales de concreto reforzado	4.01.02.013	G.D.F.
Tubos y accesorios de acero	4.01.02.015	G.D.F.
Válvulas, piezas especiales y accesorios de acero para tuberías	4.01.02.016	G.D.F.
Tableros de control	4.02.02.020	G.D.F.

Concepto	Capítulo de Dependencia referencia
Tubos y conexiones de hierro gris para cañerías	4.01.02.025 G.D.F.
Perfiles tubulares de lámina	4.01.02.026 G.D.F.
Perfiles de aluminio	4.01.02.027 G.D.F.
Pintura anticorrosiva	4.01.02.028 G.D.F.
Sistema de agua a presión	8.01.01.004 G.D.F.
Sistema de alcantarillado	8.01.01.006 G.D.F.
Cimentaciones	8.01.02.002 G.D.F.
Estructuras en general	8.01.02.003 G.D.F.
Impermeabilizaciones	8.01.02.009 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.
Instalaciones telefónicas y de intercomunicación	8.02.01.006 G.D.F.
Motores eléctricos en general	8.02.01.007 G.D.F.
Motores de combustión interna	8.02.02.007 G.D.F.

C. MATERIALES CONSTITUTIVOS DEL CONCEPTO

C.01. Todos los materiales y refacciones necesarios en general para el mantenimiento de plantas potabilizadoras y de tratamiento de aguas residuales, 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 Residencia de Obra a través de la Supervisión.

De no estar precisados en el proyecto u orden respectiva, se atenderá a lo establecido en las especificaciones del área correspondiente y de no tenerse previsto en éstas, se atenderá a lo establecido en el Libro 4 sobre calidad de materiales de las Normas de Construcción del Gobierno 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.

Además de lo anterior la conservación y prueba de las plantas y todas sus partes que se suministren para el programa de mantenimiento preventivo deben cumplir, para cada sección de la planta, con las normas que a continuación se indican:

a. Normas Mexicanas.

1. NMX-B-8 Piezas coladas de fundición gris.
2. NMX-8-9 Lámina de acero al carbón galvanizada por el proceso de inmersión en caliente para uso en general.
3. NMX-8-28 Lámina de acero al carbono, laminada en frío para uso común.
4. NMX-B-37 Tubos de acero soldados por fusión eléctrica para servicio a temperatura ambiente.
5. NMX-B-60 Lámina de acero al carbón, galvanizada por el proceso de inmersión en caliente, acanalada.
6. NMX-B-66 Lámina de acero al carbono galvanizada por el proceso de inmersión en caliente, para uso estructural.
7. NMX-B-74 Lámina de acero al carbono, galvanizada por el proceso de inmersión en caliente, para alcantarillas y drenajes.
8. NMX-B-87 Piezas vaciadas de hierro-cromo, hierro cromo-níquel resistentes a la corrosión, para aplicación general.
9. NMX-B-99 Acero estructural con límite de fluencia mínimo de 290 MPa. (29 kgf/mm²) y con espesor máximo de 13 mm
10. NMX-B-171 Tubo de acero inoxidable, sin costura, para usos mecánicos.
11. NMX-B-177 Tubos de acero con o sin costura, negros o galvanizados por inmersión en caliente.
12. NMX-B-180 Tubos con o sin costura, para servicio en baja temperatura.
13. NMX-B-184 Tubos de acero, soldados por resistencia eléctrica.
14. NMX-B-213 Bridas, conexiones, válvulas y partes forjadas de acero al carbono, para usarse en servicios a temperatura ambiente y altas temperaturas.

15. NMX-B-229 Tubos de acero inoxidable austenítico, sin costura y soldados, para servicios generales.
16. NMX-B-241 Bridas, conexiones, válvulas y partes forjadas de acero aleado para servicio en alta temperatura.
17. NMX-B-248 Lámina de acero carbono, laminada en caliente para uso común.
18. NMX-B-254 Acero estructural.
19. NMX-B-258 Planchas de acero al carbono-silicio, de resistencia a la tensión baja e intermedia, para uso en partes de maquinaria y construcciones en general.
20. NMX-B-277 Lámina de acero a baja aleación y alta resistencia, laminada en caliente y laminada en frío, resistente a la corrosión.
21. NMX-B-190 Malla soldada de alambre liso y corrugado de acero, para refuerzo de concreto.
22. NMX-B-347 Lámina de acero al carbono laminada en caliente, para uso estructural.
23. NMX-B-348 Lámina de acero al carbono laminada en frío para uso estructural.
24. NMX-B-352 Piezas coladas de acero al carbono para aplicación general.
25. NMX-B-480 Perfil y plancha de acero de baja aleación y alta resistencia al manganeso- niobiovanadio, para uso estructural.
26. NMX-H-172 Procedimientos para soldar acero estructural.

C.02. Materiales en particular de las plantas de potabilización y de tratamiento de aguas residuales.

a. Planta de potabilización.- Los materiales de construcción de los tanques que intervienen en el tren de proceso de esta planta no serán referidos en este subinciso y deben estar apegados a los materiales originales con que se haya realizado el proyecto.

1. Caja de recepción.- Los materiales de que están fabricados los componentes de la caja de recepción serán nombrados en este párrafo y deben tomarse en cuenta las referencias antes ya nombradas y respetar los materiales iniciales del proyecto.

- 1.1. Rejillas.- Fierro gris NMX-B-8.
- 1.2. Compuerta.- Fierro gris NMX-B-8 y lámina de fierro negro.
- 1.3. Vertedor doble sutro.- Lámina de acero de 6 mm (1/4") de espesor, recubierto con resina epóxica.
2. Medición.- Los materiales de que están fabricados algunos componentes del sistema de medición serán nombrados en este párrafo y deben tomarse en cuenta las especificaciones del fabricante y respetar la calidad de los materiales iniciales del proyecto.
 - 2.1. Vertedor.- Lámina de acero de 6 mm (1/4") de espesor recubierto con resinas epóxicas.
 - 2.2. Parshall.- Concreto reforzado.
3. Tanque de mezcla rápida.- Los materiales no referidos en este párrafo deben respetar los materiales de construcción del proyecto original.
 - 3.1. Agitadores.- Fierro gris NMX-B-8.
4. Tanque de adición de químicos.- Los materiales de que están fabricados los componentes de este tanque no serán nombrados, ya que deben estar sujetos a las características del proyecto original.
 - 4.1. Dosificadores.- Fierro gris NMX-B-8.
 - 4.2. Agitadores.- Fierro gris NMX-B-8.
5. Floculador.- Los materiales de que están fabricados algunos componentes del floculador serán nombrados en este párrafo, mientras que otros materiales no serán referidos y deben tomarse en cuenta las referencias antes nombradas y respetar los materiales iniciales del proyecto.
 - 5.1. Paletas.- Fierro gris NMX-B-8 y recubrimiento de resinas epóxicas.
 - 5.2. Agitadores.- Fierro gris NMX-B-8 y recubrimiento de resinas epóxicas.
6. Clarificador.- Los materiales de que están fabricados algunos componentes del clarificador serán nombrados en los siguientes subpárrafos, mientras que otros materiales no serán referidos y deben tomarse en cuenta las referencias antes nombradas y respetar los materiales iniciales del proyecto.
 - 6.1. Puente.- Fierro gris NMX-B-8, lámina de fierro gris NMX-B-28 y recubrimiento de resina epóxica.
 - 6.2. Mamparas deflectoras.- lámina de acero al carbono NMX-B-28 y recubrimiento de resina epóxica.
 - 6.3. Mampara vertedora.- lámina de fierro gris, recubrimiento de resina epóxica.
 - 6.4. Rastras recolectoras.- Fierro gris NMX-B-8 y madera.
 - 6.5. Recubrimiento de partes metálicas.- Resina epóxica.

7. Filtros.- Los materiales que deben tomarse en cuenta serán los materiales iniciales del proyecto.

7.1. Arena

7.2. Antracita.

8. Tanque de desinfección.- Los materiales que integran esta parte de la planta deben apegarse a las referencias antes nombradas y respetar los materiales iniciales del proyecto.

b. Planta de tratamiento de agua residual.- Los materiales relacionados en este subinciso son aquellos que no han sido nombrados anteriormente en párrafos y subpárrafos del subinciso "a".

1. Desarenador.- Algunos de los materiales con que están fabricados los componentes del desarenador serán nombrados en este párrafo, mientras que otros materiales ya han sido citados, por lo que se deben tomar en cuenta las referencias y respetar los materiales iniciales del proyecto.

1.1. Rejilla.- Fierro gris NMX-B-8 y hule sintético (neopreno).

1.2. Compuertas.- Fierro gris NMX-B-8 y lámina de fierro NMX-B-28.

1.3. Vertedores doble sutro.- Lámina de acero de 6 mm (1/4") NMX-B-28 y recubrimiento con resina epóxica.

2. Sedimentador primario.- Los materiales con que están fabricados algunos componentes del sedimentador primario serán nombrados en este párrafo, mientras que otros materiales ya han sido mencionados, por lo que deben tomarse en cuenta las referencias y respetar los materiales iniciales del proyecto.

2.1. Rastras colectoras.- Fierro gris NMX-B-8 y madera.

2.2. Cadena.- Acero tipo NMX-B-220.

2.3. Vertedor de media caña (desnatador).- Fierro gris NMX-B-8 clase 36.

2.4. Vertedores verticales.- Fierro gris NMX-B-8 y hule sintético (neopreno).

2.5. Soportes de rastras.- Fierro gris NMX-B-8.

2.6. Charola recolectora de natas.- Fierro gris NMX-B-8, lámina de fierro NMX-B-28 y recubrimiento de resinas epóxicas.

2.7. Líneas de conducción.- Tuberías de acero NMX-B-177.

2.8. Barandales.- Fierro gris NMX-B-8.

3.- Reactor biológico (aerador).- Los materiales con que están fabricados algunos componentes del reactor biológico (aerador) serán nombrados en este párrafo, mientras que otros materiales ya han sido mencionados, por lo que deben tomarse en cuenta las referencias antes nombradas y respetar los materiales iniciales del proyecto.

3.1. Aereadores.- Fierro gris NMX-B-8.

3.2. Difusores.- Tubería de fierro gris NMX-B-177, piedra porosa, cerámicas.

3.3. Propela.- Acero inoxidable NMX-B-88.

3.4. Líneas de conducción.- Tubería de acero NMX-B-177.

4. Sedimentador secundario (clarificador).- Los materiales de este equipo fueron nombrados en el subinciso C.02.a.6.
5. Filtros de arena.- Los materiales de este equipo fueron nombrados anteriormente en el subinciso C.02.a.7.
6. Tanque de desinfección.- Los materiales de este equipo fueron nombrados en el subinciso C.02.a.8.
7. Desinfección y tanque de agua tratada.- Los materiales deben cubrir con las características iniciales de proyecto.

E. REQUISITOS DE EJECUCIÓN

E.01. Mantenimiento preventivo.

a. Fundamentos del mantenimiento.- En el desarrollo del mantenimiento de las plantas potabilizadoras y de tratamiento de aguas residuales se debe vigilar que se cumpla con lo establecido en el proyecto, como son:

1. Proceso
2. Capacidad
3. Eficiencia
4. Características del influente
5. Calidad del efluente

En el concepto operativo, se deben conocer las horas efectivas reales de funcionamiento de la planta, así como las proyectadas, para establecer un programa de mantenimiento preventivo, calendarizado de manera que sus tareas sean acordes con la operación.

b. Requisitos.- Para lograr un mantenimiento correcto, seguro y eficiente de las plantas potabilizadoras y de tratamiento de aguas residuales, es necesario que todas las instalaciones, equipamiento e infraestructura utilizadas en su funcionamiento cumplan con las normas del inciso B.01 de este capítulo, adicionalmente a los siguientes conceptos.

1. Inventario.- Se debe elaborar un inventario de todos los bienes físicos (bif) de la planta de que se trate, generando su ficha técnica y ficha comercial, que contenga la información de su ubicación (posición coordenada), datos de diseño, capacidad contenido adicionalmente la siguiente información:

1.1. Ficha técnica

- Identificación (número económico) NID.
- Marca
- Modelo

- Fecha de fabricación
- Calificación
- Responsable de la evaluación

1.2. Ficha comercial

- Identificación (número económico)NID
- Proveedor
- Monto de adquisición
- Fecha de compra
- Garantía
- Calificación

2. Bitácora.- Se debe llevar la bitácora del mantenimiento, en la cual se anotarán los avisos, eventos, instrucciones, resumen de las órdenes de trabajo, reportes de tiempo de operación y falla, así como las solicitudes de trabajos de mantenimiento.

Adicionalmente se deben anotar las reparaciones y cambios efectuados por mantenimiento correctivo, así como las anomalías presentadas, variaciones y desviaciones aplicables al mantenimiento preventivo.

3. Historial.- Se deben registrar las tareas de mantenimiento efectuadas a los bif de la planta, asentando las tareas efectuadas dentro del programa de mantenimiento preventivo, las actividades requeridas del mantenimiento correctivo, identificando las fallas repetitivas, así como información de los recursos empleados (mano de obra, materiales y servicios externos) en cantidad, calidad y costo.

4. Información técnica.- Se debe contar con toda la información disponible de los fabricantes, como son los manuales de operación y mantenimiento de los bif, así como toda aquella conveniente para su consulta, como especificaciones de construcción, tolerancias y recomendaciones generales, planos actualizados, memorias de cálculos y descriptiva.

5. Diagnóstico.- Se debe contar con los resultados del último diagnóstico elaborado para la planta. Este debe contemplar un análisis de operación, mantenimiento, calidad, ahorro de energía y agua, e impacto ambiental. El cual se hayan establecido las recomendaciones de mejora y su proceso de implantación.

6. Calendario.- Debe contarse con un programa de las tareas fundamentales de los principales bif de la planta, que es la base de referencia para el desarrollo del mantenimiento, sus ajustes y estrategias de desempeño, acordes con la práctica real en la planta.

7. Protecciones.- Se debe verificar que, los componentes, equipos y bienes físicos en general cuenten con los sistemas de protección, que conserven al bif dentro de los límites permisibles de operación, así como asegurar al máximo la integridad del operador, los propios (bif) y la planta en conjunto.

Queda prohibido bloquear, parcial o totalmente, las protecciones

8. Control automático.- En las plantas con un equipamiento automatizado, donde se utilizan instrumentos, dispositivos de control y sensores, que desplazan las instalaciones tradicionales, se debe cumplir con las recomendaciones que establecen los fabricantes.

El personal de mantenimiento debe estar capacitado para la operación de estos sistemas, diagnóstico de su estado, comprensión de sus limitantes y conocimiento del proceso manual de respaldo. De esta forma el personal será el único autorizado para operar en condiciones fuera de las normales.

c. Programa de mantenimiento preventivo.- Para realizar el presente programa, se agruparon los principales equipos y bif de acuerdo a su especialidad, tarea y frecuencia para cada actividad que lo integra; con esto se logra que los recursos de mano de obra y materiales a utilizar sean congruentes, conservando la uniformidad y estandarización, lo cual permite que el programa implantado sea ágil y eficiente.

El programa de mantenimiento preventivo debe estar acorde con el manual de operación de la planta, su calendario anual de actividades, recomendaciones del fabricante, criterios asentados en la bitácora y experiencia del personal de la planta.

Es importante aclarar que aunque las plantas potabilizadoras y las de aguas residuales tienen diferentes objetivos son muy similares en su proceso y equipamiento. En general en el mantenimiento de las plantas de aguas residuales hay que poner mas atención, sobre todo en lo que a estructuras metálicas se refiere dado a la agresividad del agua y a los gases que se desprenden de su proceso.

Para el programa de mantenimiento preventivo (E.01.c) de la planta, debe considerarse las tareas por efectuar y la frecuencia de su ejecución de acuerdo a lo establecido en las siguientes fichas y tomando en consideración el desvío, almacenamiento, tratamiento alterno o tiempos muertos del influente, en los términos y condiciones establecidas en el manual de procedimientos.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANTAS POTABILIZADORAS Y DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES			E.01.c.1
CONSOLA DE CONTROL			Capacidad Lógica Entradas Salidas
PARTE	CLAVE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (meses)
1 EQUIPO INTEGRAL	1	Evaluación general	6
	2	Revisión de apriete	6
	3	Limpieza	1
	4	Inspección	6

	5		
2 CONTROL GENERAL	1	Evaluación general	6
	2	Revisión	6
	3	Limpieza, aprieto y secado	3
	4	Inspección	6
	5	Ajuste mecánico	6
	6	Calibración	12
3 INVERSORES	1	Evaluación general	6
	2	Revisión	6
	3	Limpieza, aprieto y secado	3
	4	Inspección	6
	5	Calibración	12
4 COMPUTADOR LÓGICO PROGRAMABLE	1	Evaluación general	6
	2	Revisión	6
	3	Limpieza, aprieto y secado	3
	4	Inspección	6
	5	Calibración	12

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANTAS POTABILIZADORAS Y DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES			E.01.c.2
TANQUE DE CONCRETO			Capacidad (m3) Largo (m) Ancho (m) Salidas (m) Diámetro (m)
PARTE	CLAVE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (meses)
1 ELEMENTO INTEGRAL	1	Evaluación general	6
	2	Revisión de niveles de operación	6
	3	Limpieza	6
	4	Nivelación diferencial	12
	5		
	6	Pintura y recubrimiento	36
2 MUROS FONDO	1	Evaluación general	12
	2	Revisión de niveles de operación	12
	3	Limpieza general	12
	4		
	5	Reparación de fracturas	36

3 BARANDALES	6	Recubrimiento exterior e interior	72
	7	Impermeabilización	72
	1	Evaluación general	6
	2	Revisión de soportes y anclajes	6
	3	Limpieza y apriete	12
	4	Inspección	12
	5	Reparación	24
	6	Recubrimiento y pintura	48

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANTAS POTABILIZADORAS Y DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES			E.01.c.3
TANQUE METÁLICO			Capacidad (m3) Largo (m) Ancho (m) Profundidad (m) Diámetro (m)
PARTE	CLAVE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (meses)
1 ELEMENTO INTEGRAL	1	Evaluación general	6
	2	Revisión de niveles de operación	6
	3	Limpieza	6
	4	Nivelación diferencial	12
	5		
	6	Pintura y recubrimiento	36
2 MUROS Y FONDO	1	Evaluación general	12
	2	Revisión de fracturas y picaduras	12
	3	Limpieza general	12
	4	Inspección	
	5	Reparación de fugas	36
	6	Recubrimiento exterior e interior	72
3 BARANDALES	1	Evaluación general	6
	2	Revisión de soportes y anclajes	6
	3	Limpieza y apriete	12
	4	Inspección	12
	5	Reparación	24
	6	Recubrimiento y pintura	48

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANTAS POTABILIZADORAS Y DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES			E.01.c.4
MEDIDOR DE GASTO			Capacidad Lógica Entradas Salidas
PARTE	CLAVE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (meses)
1 EQUIPO INTEGRAL	1	Evaluación general	6
	2	Revisión de apriete	6
	3	Limpieza	1
	4	Inspección	6
	5		
2 SECCIÓN CONTRO- LADA	1	Evaluación general	6
	2	Revisión	6
	3	Limpieza general	3
	4	Inspección	6
	5		
3 MARSHALL	1	Evaluación general	6
	2	Revisión	6
	3	Limpieza general	12
	4	Inspección	12
	5		

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANTAS POTABILIZADORAS Y DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES			E.01.c.5
CAJA DE RECEPCIÓN			Capacidad (m3) Largo (m) Ancho (m) Profundidad (m) Diámetro (m)
PARTE	CLAVE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (meses)
1 ELEMENTO INTEGRAL	1	Evaluación general	6
	2	Revisión de niveles	6
	3	Limpieza	1
	4		
2 CAJA	1	Evaluación general	12
	2	Revisión de fugas y cuarteaduras	12
	3	Limpieza general	12
	4	Nivelación diferencial	24
	5	Reparación de fracturas	36
3 COMPUER- TAS	1	Evaluación general	6
	2	Revisión	12
	3	Limpieza	12
	4	Reparación general, alineación	24
	5		
4 REJILLAS	1	Evaluación general	6
	2	Revisión	12
	3	Limpieza	12
	4	Reparación general, alineación	24
	5		
5 MECANISMO ELEVADOR	1	Evaluación general	6
	2	Limpieza y lubricación	6
	3	Alineación	6
	4	Reparación general	12
	5		

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANTAS POTABILIZADORAS Y DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES			E.01.c.6
DESARENADOR			Capacidad (m3) Largo (m) Ancho (m) Material Velocidad (m/s)
PARTE	CLAVE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (meses)
1 ELEMENTO INTEGRAL	1	Evaluación general	6
	2	Revisión de niveles	6
	3	Limpieza	1
	4		
2 TANQUE	1	Evaluación general	6
	2	Revisión de fugas y cuarteaduras	6
	3	Limpieza	12
	4		
3 REJILLAS	1	Evaluación general	6
	2	Revisión general	6
	3	Limpieza	12
	4	Inspección	6
	5	Recubrimiento	60
4 VERTEDOR	1	Evaluación general	6
	2	Revisión general	6
	3	Limpieza	1
	4	Inspección	6
	5	Recubrimiento	36
5 COMPUERTAS	1	Evaluación general	6
	2	Revisión general	6
	3	Inspección	6
	4	Lubricación	6
	5		

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANTAS POTABILIZADORAS Y DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES			E.01.c.7
SEDIMENTADOR PRIMARIO RECTANGULAR			Capacidad (m3) Largo (m) Ancho (m) Material Velocidad (m/s)
PARTE	CLAVE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (meses)
1 ELEMENTO INTEGRAL	1	Evaluación general	6
	2	Revisión	6
	3	Limpieza	1
	4	Nivelación diferencial	12
	5		
2 TANQUE	1	Evaluación general	12
	2	Revisión de fugas y cuarteaduras	12
	3	Limpieza	12
	4	Nivelación diferencial	12
3 MOTOR- REDUCTOR	1	Evaluación general	6
	2	Revisión general	6
	3	Limpieza	6
	4	Inspección general	1
	5	Ajuste mecánico y lubricación	6
4 CADENA	1	Evaluación general	6
	2	Revisión general	6
	3	Limpieza	6
	4	Cambio	6
	5	Ajuste mecánico	6
5 RASTRAS	1	Evaluación general	6
	2	Revisión general	6
	3	Limpieza	6
	4	Cambio	12
6 VERTEDOR A MEDIA CAÑA	1	Evaluación general	6
	2	Revisión general	6
	3	Limpieza	6
	4	Inspección	6
	5	Pintura y lubricación	6
7 EYECTOR	1	Evaluación general	6
	2	Revisión general	6
	3	Limpieza	6
	4	Inspección	3

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANTAS POTABILIZADORAS Y DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES			E.01.c.8
SEDIMENTADOR PRIMARIO CIRCULAR			Capacidad (m3) Largo (m) Ancho (m) Material Velocidad (m/s)
PARTE	CLAVE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (meses)
1 ELEMENTO INTEGRAL	1	Evaluación general	6
	2	Revisión	6
	3	Limpieza	1
	4	Nivelación diferencial	12
2 TANQUE	1	Evaluación general	12
	2	Revisión de fugas y cuarteaduras	12
	3	Limpieza	12
	4	Nivelación diferencial	12
3 MOTER- REDUCTOR	1	Evaluación general	6
	2	Revisión general	6
	3	Limpieza	6
	4	Inspección general	1
	5	Pintura, lubricación y ajuste mecánico	6
4 PUENTE	1	Evaluación general	6
	2	Revisión general	6
	3	Limpieza	12
	4	Inspección	6
	5	Pintura, lubricación y Ajuste mecánico	12
5 RASTRAS	1	Evaluación general	6
	2	Revisión general	6
	3	Inspección	6
	4	Cambio	12
6 VERTEDORES	1	Evaluación general	6
	2	Revisión general	6
	3	Limpieza	12
	4	Inspección	6
	5	Pintura y lubricación	12
7 MAMPARAS DEFLECTORAS	1	Evaluación general	6
	2	Revisión general	6
	3	Limpieza	12
	4	Inspección	6
	5	Pintura	12
8 EYECTOR	1	Evaluación general	6
	2	Revisión	3
	3	Limpieza y apriete	12
	4	Inspección	3

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANTAS POTABILIZADORAS Y DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES			E.01.c.9
REACTOR BIOLÓGICO AERADOR			Capacidad (m3) Longitud (m) Ancho (m) Material Gasto (l/s)
PARTE	CLAVE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (meses)
1 EQUIPO INTEGRAL	1	Evaluación general	6
	2	Revisión de niveles	6
	3	Limpieza	1
	4	Inspección	6
2 TANQUE	1	Evaluación general	12
	2	Revisión de fugas y cuarteaduras	12
	3	Limpieza	12
	4	Nivelación diferencial	12
3 MOTOR- REDUCTOR	1	Evaluación general	6
	2	Revisión general	6
	3	Limpieza y lubricación	6
	4	Inspección	1
	5	Ajuste mecánico	6
4 HÉLICE (PROPELA)	1	Evaluación general	6
	2	Revisión general	6
	3	Limpieza y lubricación	6
	4	Inspección	1
	5	Ajuste mecánico	6
5 DREN	1	Evaluación general	6
	2	Revisión general	1
	3	Inspección	6
6 VERTEDORES	1	Evaluación general	6
	2	Revisión general	1
	3	Limpieza	6
	4	Inspección	6
	5	Pintura	12
7 FLOTADORES	1	Evaluación general	6
	2	Revisión general	6
	3	Limpieza	6
	4	Inspección	1
	5	Cambio	12

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANTAS POTABILIZADORAS Y DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES			E.01.c.10	
REACTOR BIOLÓGICO SOPLADOR			Capacidad (m3)	
			Largo (m)	
			Ancho (m)	
			Material	
			Gasto (l/s)	
PARTE	CLAVE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (meses)	
1 EQUIPO INTEGRAL	1	Evaluación general	6	
	2	Revisión	6	
	3	Limpieza	1	
	4	Inspección	6	
2 TANQUE	1	Evaluación general	12	
	2	Inspección de fugas y cuarteaduras	12	
	3	Limpieza	12	
	4	Nivelación diferencial	12	
3 SOPLADORES	1	Evaluación general	6	
	2	Revisión de fugas	6	
	3	Limpieza y lubricación	6	
	4	Ajuste mecánico	6	
4 DIFUSORES	1	Evaluación general	12	
	2	Revisión	1	
	3	Limpieza	3	
	4	Inspección	6	
	5	Cambio	6	
5 DREN	1	Evaluación general	6	
	2	Revisión	1	
	3	Inspección	6	
6 VERTEDORES	1	Evaluación general	6	
	2	Revisión	1	
	3	Limpieza	6	
	4	Inspección	6	
	5	Pintura	12	

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANTAS POTABILIZADORAS Y DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES			E.01.c.11
SEDIMENTADOR SECUNDARIO CLASIFICADOR CIRCULAR			Capacidad (m3) Diámetro (m) Profundidad (m) Material Gasto (l/s)
PARTE	CLAVE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (meses)
1 ELEMENTO INTEGRAL	1	Evaluación general	6
	2	Revisión	6
	3	Limpieza	1
	4	Inspección	6
2 TANQUE	1	Evaluación general	12
	2	Revisión de fugas y cuarteaduras	12
	3	Limpieza	12
	4	Nivelación diferencial	12
3 MOTOR- REDUCTOR	1	Evaluación general	6
	2	Revisión general	6
	3	Limpieza y lubricación	6
	4	Inspección	1
	5	Ajuste mecánico	6
4 PUENTE	1	Evaluación general	6
	2	Revisión general	6
	3	Limpieza	12
	4	Inspección	6
	5	Pintura, lubricación y ajuste mecánico	12
5 RASTRAS	1	Evaluación general	6
	2	Revisión general	6
	3	Inspección	6
	4	Cambio	12
6 VERTEDORES	1	Inspección	6
	2	Revisión general	6
	3	Limpieza	12
	4	Inspección	6
	5	Pintura	12
7 MAMPARAS REFLECTORAS	1	Evaluación general	6
	2	Revisión general	6
	3	Limpieza	12
	4	Inspección	6
	5	Pintura	12
8	1	Evaluación general	6

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANTAS POTABILIZADORAS Y DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES			E.01.c.11
SEDIMENTADOR SECUNDARIO CLASIFICADOR CIRCULAR			Capacidad (m3) Diámetro (m) Profundidad (m) Material Gasto (l/s)
PARTE	CLAVE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (meses)
EYECTOR	2	Revisión	3
	3	Limpieza y apriete	12
9 CHAROLA RE- COLECTORA DE NATAS	1	Evaluación general	6
	2	Revisión general	6
	3	Limpieza	12
	4	Inspección	6
	5	Pintura	12
10 COLUMNA DE ALIMENTA- CIÓN	1	Evaluación general	12
	2	Revisión de fugas y cuarteaduras	12
	3	Limpieza	12
	4	Nivelación diferencial	12

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANTAS POTABILIZADORAS Y DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES			E.01.c.12
SEDIMENTADOR SECUNDARIO CLARIFICADOR RECTANGULAR			Capacidad (m3) Longitud (m) Ancho (m) Material Gasto (l/s)
PARTE	CLAVE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (meses)
1 EQUIPO INTEGRAL	1	Evaluación general	6
	2	Revisión	6
	3	Limpieza	1
	4	Nivelación diferencial	12
2 TANQUE	1	Evaluación general	12
	2	Revisión de fugas y cuarteaduras	12
	3	Limpieza	12
	4	Nivelación diferencial	12
3 MOTERRE- DUCTOR	1	Evaluación general	6
	2	Revisión general	6
	3	Limpieza	6
	4	Inspección general	6
	5	Ajuste mecánico y lubricación	6
4 CADENA	1	Evaluación general	6
	2	Revisión general	6
	3	Limpieza	6
	4	Inspección	6
	5	Ajuste mecánico	6
5 RASTRAS	1	Evaluación general	6
	2	Revisión general	6
	3	Inspección	6
	4	Cambio	12
6 VERTEDORES DE MADIA CAÑA	1	Evaluación general	6
	2	Revisión general	6
	3	Limpieza	6
	4	Inspección	6
	5	Pintura y lubricación	6
7 EYECTOR	1	Evaluación general	6
	2	Revisión general	6
	3	Limpieza	6
	4	Inspección	3

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANTAS POTABILIZADORAS Y DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES			E.01.c.13
FILTRO DE ARENA			Capacidad (m3) Longitud (m) Ancho (m) Material Gasto (l/s)
PARTE	CLAVE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (meses)
1 EQUIPO INTEGRAL	1	Evaluación general	6
	2	Revisión de apriete	6
	3	Limpieza	6
	4	Inspección	12
	5	Reparación	12
2 TANQUE	1	Evaluación general	12
	2	Revisión de fugas y cuarteaduras	12
	3	Limpieza	12
	4	Nivelación diferencial	12
3 VERTEDOR	1	Evaluación general	12
	2	Revisión de fugas y fracturas	12
	3	Limpieza	12
4 VÁLVULAS Y COMPUERTAS	1	Evaluación general	6
	2	Revisión	6
	3	Limpieza y lubricación	6
	4	Inspección	6
	5	Ajuste mecánico	6
5 BOQUILLAS	1	Evaluación general	6
	2	Revisión	6
	3	Limpieza	3
	4	Inspección	6
	5	Cambio	6
6 MATERIAL FILTRANTE	1	Evaluación general	6
	2	Revisión	6
	3	Limpieza	½
	4	Inspección	6
	5	Reposición	6

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANTAS POTABILIZADORAS Y DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES			E.01.c.14
TANQUE DE DESINFECCIÓN			Capacidad (m3) Longitud (m) Ancho (m) Material Gasto (l/s)
PARTE	CLAVE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (meses)
1 EQUIPO INTEGRAL	1	Evaluación general	6
	2	Revisión de niveles de operación	6
	3	Limpieza	6
2 TANQUE	1	Evaluación general	12
	2	Revisión de fugas y cuarteaduras	12
	3	Limpieza	12
	4	Nivelación	12
	5	Impermeabilización	72
3 CANAL DE CIRCULACIÓN	1	Evaluación general	12
	2	Revisión	12
	3	Limpieza general	12
	4	Reparación de fracturas	36
4 INYECTORES	1	Evaluación general	6
	2	Revisión	3
	3	Limpieza y lubricación	3
	4	Inspección	6
5 BOQUILLAS	1	Evaluación general	6
	2	Revisión	6
	3	Limpieza	3
	4	Inspección	6
	5	Cambio de pieza	6

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANTAS POTABILIZADORAS Y DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES			E.01.c.15
TANQUE DE DESINFECCIÓN Y ALMACENAMIENTO			Capacidad (m3) Largo (m) Ancho (m) Profundidad (m)
PARTE	CLAVE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (meses)
1 ELEMENTO INTEGRAL	1	Evaluación general	6
	2	Revisión de niveles de operación	6
	3	Limpieza	6
2 MUROS Y FONDO	1	Evaluación general	12
	2	Revisión de fugas y cuarteaduras	12
	3	Limpieza general	12
	4	Reparación de fracturas	36
	5	Recubrimiento exterior e interior	72
	6	Impermeabilización	72
3 BARANDALES	1	Evaluación general	6
	2	Revisión de soportes y anclajes	6
	3	Limpieza y apriete	12
	4	Inspección	12
	5	Reparación	24
	6	Recubrimiento y pintura	48

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANTAS POTABILIZADORAS Y DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES			E.01.c.16
EQUIPO DE CLORACIÓN GAS CLORO CLORADOR			Capacidad (m3)
PARTE	CLAVE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (meses)
1 EQUIPO INTEGRAL	1	Evaluación general	6
	2	Revisión	6
	3	Limpieza	1
	4	Inspección	6
2 CLORADOR	1	Evaluación general	6
	2	Revisión de fugas	3
	3	Limpieza	3
	4	Inspección	1
3 VÁLVULA DE DOSIFICACIÓN	1	Inspección general	6
	2	Revisión	6
	3	Limpieza y lubricación	12
	4	Inspección	12

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANTAS POTABILIZADORAS Y DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES			E.01.c.17
EQUIPO DE CLORACIÓN HIPOCLORITO BÁSCULA			Capacidad (t)
PARTE	CLAVE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (meses)
1 EQUIPO INTEGRAL	1	Evaluación general	6
	2	Revisión de apriete	6
	3	Limpieza	1
	4	Inspección	1
	5	Pintura	24
2 PLATAFORMA	1	Evaluación general	6
	2	Revisión	6
	3	Limpieza	1
3 BASTIDOR	1	Evaluación general	6
	2	Revisión	6
	3	Limpieza y lubricación	1
	4	Inspección	1
	5	Ajuste mecánico	6
4 MECANISMO	1	Evaluación general	6
	2	Revisión general	6
	3	Limpieza y lubricación	3
	4	Inspección	1
	5	Ajuste mecánico	6
	6	Calibración	2

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANTAS POTABILIZADORAS Y DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES			E.01.c.18
HIDRÁULICA DE POTENCIA			Capacidad (l)
PARTE	CLAVE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (meses)
1 EQUIPO INTEGRAL	1	Evaluación general	12
	2	Revisión y diagnóstico	6
	3	Limpieza y apriete	6
	4	Modificación y ajuste	12
	5	Reparación	12
	6	Pintura	24
2 SISTEMA HIDRÁULICO	1	Evaluación general	12
	2	Revisión y diagnóstico	5
	3	Limpieza y apriete	6
	4	Modificación y ajuste	12
	5	Reparación	12
3 CONTROL	1	Evaluación general	6
	2	Revisión y diagnóstico	6
	3	Limpieza y apriete	3
	4	Calibración	12
	5	Reparación	24
4 MOTOR	1	Evaluación general	6
	2	Inspección	6
	3	Limpieza y lubricación	6
5 PISTÓN	1	Evaluación general	12
	2	Revisión y diagnóstico	6
	3	Limpieza y apriete	2
	4	Ajuste	6
	5	Reparación	12
6 BASTIDOR	1	Evaluación general	12
	2	Revisión y diagnóstico	6
	3	Limpieza y apriete	6
	4	Ajuste	6
	5	Reparación	12
7 VÁLVULA DIRECCIONAL	1	Evaluación general	12
	2	Revisión y diagnóstico	6
	3	Limpieza y apriete	6
	4	Ajuste y calibración	6
	5	Reparación	12
8 UNIDAD DE	1	Evaluación general	6
	2	Revisión y diagnóstico	6

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANTAS POTABILIZADORAS Y DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES			E.01.c.18
HIDRÁULICA DE POTENCIA			Capacidad (l)
PARTE	CLAVE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (meses)
POTENCIA	3	Limpieza y apriete	12
	4	Modificación y ajuste	12
	5	Reparación	24

d. Descripción de las actividades principales.- A continuación se mencionan las actividades físicas de mantenimiento (tareas) más frecuentes y necesarias dentro del programa de mantenimiento preventivo y aplicables prácticamente a todos los bif y sólo con modificaciones menores para cada caso en particular. Se enumeran en el orden normal en el que se enlistan en las fichas.

1. Evaluación general.- Esta es una tarea que el personal de mantenimiento debe efectuar de acuerdo a la frecuencia establecida en su ficha, para determinar el estado real del bif, ajustar los programas, alcances y tipo de tareas a desarrollar en el mantenimiento preventivo.

Debe participar en esta acción, el responsable de operación del área, para establecer los cambios y modificaciones necesarios para mejorar el desempeño de sus funciones y las de mantenimiento, ajustando la interacción de áreas.

2. Revisión.- Se deben revisar las fallas y daños en el bif, observando las características de los deterioros que se presenten, conocer su origen, y establecer las medidas necesarias para su reparación calendarizada y emitiendo las instrucciones necesarias para reducir los efectos de las afectaciones y evitar que se vuelvan a presentar fallas por un mantenimiento preventivo insuficiente o defectuoso.

3. Limpieza.- Se debe efectuar una limpieza exterior del bif, con productos químicos o detergentes biodegradables, rasquetas u otros medios mecánicos y otros productos, empleados de tal forma que no afecten la constitución del material que pudiera afectar la integridad del material, propiciar la acumulación de polvo y retención de humedad.

Cuando se tengan rastros de material orgánico, se debe analizar la conveniencia de emplear biocidas u otros productos desinfectantes, de forma tal que sean efectivos y no afecten el material base, sus recubrimientos o a otros elementos en contacto.

Esta tarea debe diferenciarse de la actividad rutinaria de servicio de limpieza, que debe efectuarse acorde con el programa de operación.

4. Inspección.- Esta tarea debe efectuarse en función de las condiciones de operación, de tal forma que las acciones planteadas no originen mayores demandas de mantenimiento, observando el origen de los problemas que se han presentado. Básicamente debe efectuarse esta inspección con un criterio de mantenimiento de mejora.

5. Recubrimientos.- Las superficies de los bif deben ser mantenidas, acorde con su diseño original, respetando especificaciones de construcción, materiales y su aplicación.

Cuando el recubrimiento del bif sea a base de pintura, debe efectuarse una limpieza de la base donde se aplicará el primario, acorde con las especificaciones del fabricante, para asegurar una adecuada adherencia.

En caso de requerirse un enlace, éste debe cumplir con su función de amarre entre el elemento primario y el acabado, acorde con lo establecido en el capítulo 3.01.02.047 del libro 3.

Los recubrimientos deben ser aplicados conforme a los requerimientos de la función demandada por el bif, ser resistentes al rayado, doblez, rayos ultravioleta y elementos extraños con los cuales estará en contacto. Debe procurarse en general que los recubrimientos cumplan con las instrucciones de codificación de color establecidas por el proyecto o la Residencia de Obra a través de la Supervisión.

6. Inspección de hundimientos.- Deben efectuarse nivelaciones en las estructuras y cimentaciones de acuerdo al periodo programado en las fichas técnicas correspondientes (E.01.c.), para detectar hundimientos diferenciales, inclinaciones, identificar sus causas y prevenir daños consecuentes, procediendo a su reparación.

El hundimiento originado por fallas en la base o cimentación debe ser analizado por un ingeniero especialista en mecánica de suelos y estructuras, para establecer los riesgos que representa, así como las medidas por aplicar para su erradicación o enmienda. Esta tarea es fundamental dado el peso, dimensiones y operación de las estructuras, tanques y tolvas empleadas en este tipo de plantas.

Después de cualquier sismo superior al grado 5 en la escala de Richter, se debe efectuar un análisis similar al descrito, para determinar el comportamiento de los bif y las posibles afectaciones que hubiesen sufrido.

En la operación de llenado y vaciado de los tanques se debe revisar el comportamiento del suelo a los cambios de carga en ellos.

e. Descripción de actividades específicas.- A continuación se mencionan las particularidades más importantes de las actividades físicas de mantenimiento (tareas) en los bif, requeridas en el programa de mantenimiento preventivo. Se presentan en el mismo orden en que aparecen en las fichas técnicas (E.01.c).

1. Tanque de concreto.- Este tipo de elemento es fundamental en las plantas potabilizadoras y en las de tratamiento de aguas residuales, en las que las tareas a

efectuar en ambas son similares. También son aplicables estas tareas, en general, a todas las demás estructuras de concreto en contacto con el agua.

1.1. Revisión de niveles de operación.- Esta tarea del mantenimiento tiene por objeto verificar el comportamiento de los equipos (controles, válvulas y compuertas) que influyen en los niveles o bien vigilar a aquellos equipos a los cuales les pueda afectar el operar los tanques fuera de los límites máximo y mínimo (por ejemplo las bombas en las que esto afecta a su carga de bombeo). En caso de encontrar alguna anomalía se debe reportar al personal de operación.

1.2. Nivelación diferencial.- Se debe realizar una inspección periódica anual del nivel del tanque con el objetivo de detectar algún tipo de hundimiento o inclinación que se hubiese presentado.

2. Muros y fondos.- Las tareas a realizar se enumeran a continuación.

2.1. Revisión de fugas y cuarteaduras.- Esta tarea consiste en inspeccionar visualmente las paredes y periferia del tanque, con especial atención en las juntas de construcción.

En caso de sospecha de fugas que no sean obturadas por sí mismas (caso de aguas residuales) en un período máximo de dos semanas, deben ser observadas con detenimiento, empleando trazadores si se considera conveniente.

2.2 Impermeabilización.- Se debe aplicar a la totalidad de la superficie que se encuentre en contacto con el agua. Debe tenerse cuidado de que el área por impermeabilizar se encuentre libre de polvo y de humedad, así como de materia adherida que no sea del material base de construcción. Se recomienda retirar con cepillo de alambre dejando la superficie a material base.

Los productos empleados en la impermeabilización, deben ser aprobados previamente por la Residencia de Obra a través de la Supervisión en cuanto a las afectaciones que pudieran provocar sobre el proceso y/o la calidad del agua. En las plantas potabilizadoras se debe extremar esta precaución.

Se debe tomar en consideración lo establecido en el capítulo 8.01.02.009 referente a Impermeabilizaciones.

3. Tanque metálico.- Las tareas de mantenimiento preventivo efectuadas son similares a las que se deben aplicar en todas las otras estructuras metálicas en contacto con el agua, básicamente en lo referente al recubrimiento, indicadas en este capítulo.

3.1. Revisión de niveles de operación.- Esta tarea es similar a la aplicada en los tanques de concreto. Sin embargo, en la zona donde existan variaciones del nivel del agua se debe prestar mayor atención a las tareas del mantenimiento y los materiales que allí se aplicarán dado que es la zona de mayor afectación.

3.2. Paredes y fondo.- En estos elementos se deben inspeccionar fundamentalmente las uniones, tanto en el concepto de corrosión, como en el de fugas.

3.3. Revisión de fracturas y picaduras.- Esta tarea requiere de especial atención debido a que un deterioro menor puede originar fallas trascendentes, que requerirán de una reparación mayor e incluso retiro del tanque.

En las zonas que presenten anomalías como corrosión, filtración y deterioro, podrá efectuarse el parcheo, pero debe considerarse éste como una acción paliativa; es decir, una solución temporal.

Adicionalmente al recubrimiento, debe instalarse la protección catódica y monitorear su comportamiento, el cual reflejará el estado del recubrimiento y del propio tanque.

3.4. Reparación de fugas.- Esta actividad debe ser realizada por personal calificado, realizando una limpieza enérgica en la zona de fuga, dejándola libre de óxido y procediendo a soldar las partes, teniendo cuidado de utilizar la soldadura y los materiales de unión apropiados.

Posteriormente, se debe aplicar el recubrimiento procurando la mayor continuidad con el existente y vigilando su comportamiento, mientras se tiene un recubrimiento integral.

4. Medición.- Las tareas están encaminadas a la conservación del equipo, tanto en su concepto electrónico y de calibración, para la adecuada obtención de los valores medidos, como al concepto de su zona de montaje del instrumento, como lo es la sección controlada; en ésta se debe dar el mantenimiento acorde con el material empleado (acero o concreto).

5. Tareas a realizar en la caja de recepción.- Se considera como obra similar a los tanques de concreto, integrada adicionalmente con elementos mecánicos.

5.1. Compuerta.- Considérese a este elemento como estructura metálica (placa), a la cual se le deben realizar adicionalmente las siguientes tareas:

5.1.1. Alineación.- Revisar elemento de izaje, así como las guías. Las guías deben ser limpiadas enérgicamente, retirando el material que obstruya su carrera y enderezando en frío cuando se requiera. Si las desviaciones fueran mayores, deben buscarse las causas que originaron la falla y determinar la conveniencia de proceder a un enderezado o la sustitución de las guías.

5.1.2. Reparación general.- En esta tarea se debe desmontar por completo la compuerta, inspeccionando sus componentes, para observar si existe corrosión y hacer una valoración de su vida útil. En caso de que se requiera sustitución, debe ser apegada a los parámetros de diseño.

5.2. Rejillas.- Esta estructura metálica armada a base de uniones soldadas debe recibir el mantenimiento de los elementos metálicos en contacto con el agua, además del que se describe a continuación:

5.2.1. Reparación general.- Se procederá a retirar la rejilla, se limpiará enérgicamente dejando el material a metal casi blanco. En caso de presentar fracturas se procederá a soldar; en fallas mayores, se debe analizar la conveniencia de substituir parte de la rejilla o cambiarla totalmente.

5.3. Mecanismo elevador.- Éste puede ser manual, hidráulico de potencia o eléctrico.

Cuando el mecanismo es accionado por motor eléctrico, el mantenimiento de éste debe ser conforme al capítulo 8.02.01.007.

En el caso de empleo de polipasto, debe revisarse el adecuado engrase de los engranes y limpieza de la cubierta.

En cualquiera de los tipos de equipamiento, debe revisarse la adecuada lubricación del sistema, su integridad física y la limpieza, retirando las posibles obstrucciones y adherencias.

6. Desarenador.- Obra civil integrada con componentes metálicos. Este elemento de la planta, puede estar integrado a la caja de recepción o como elemento independiente. En este último caso, habrá que contemplar las tareas por efectuar a las partes.

En ocasiones se cuenta con componentes adicionales como tornillos de extracción o rastras.

Estos mecanismos son mantenidos como estructuras metálicas en el bastidor y las rastras y cadena en forma similar a las de la ficha del sedimentador.

En ocasiones se emplean desarenadores del tipo ciclón, en los cuales habrá que efectuar el mantenimiento de las aspas metálicas, vigilando que éstas no tengan fractura o dobleces. Por otra parte, es necesario revisar el comportamiento de los mecanismos de drenado de sólidos, de forma tal para evitar su obstrucción y desgaste.

En el caso de desarenadores en tanques de concreto su mantenimiento está descrito en la ficha E.10.c.6 correspondiente.

7. Vertedor.- Generalmente este es un elemento metálico, al cual habrá que revisar periódicamente su integridad física, limpieza y pintura.

En los casos de vertedores con placas de material plástico el mantenimiento se concentra a vigilar que no existan fracturas, en cuyo caso se procederá a su reemplazo.

Es importante cuidar las dimensiones y montaje del vertedor para no alterar su funcionamiento.

8. Sedimentador primario rectangular.- A continuación se describen las tareas a efectuar al sedimentador.

8.1. Motoreductor.- Las actividades de mantenimiento que se realizarán deben ser evaluadas por personal capacitado en el área electromecánica con la finalidad de conservar sus protecciones como son: fusibles eléctricos, lubricación. Debe ponerse atención al escucharse en su operación ruidos extraños ya que esto puede representar desgastes mayores por fricción excesiva.

8.2. Ajuste mecánico.- En esta actividad se debe realizar el ajuste de la corona y el piñón; en caso de existir juego entre ellos, se deben incorporar camas para su ajuste.

8.3. Cadena.- En este elemento, se deben hacer las siguientes tareas específicas.

8.3.1. Evaluación general.- En esta actividad se debe determinar el comportamiento de los diferentes componentes, tratando de sincronizar los períodos de aplicación de las tareas, dado que una falla en este elemento imposibilita el funcionamiento del elemento.

8.3.2. Ajuste mecánico.- En esta tarea se ajustarán los tensores en las catarinas.

8.4. Rastras.- Sustituir aquellas piezas en las que se detecten fracturas incipientes. Se deben inspeccionar los mecanismos de sujeción de la rastra al mecanismo motriz.

9. Sedimentador primario circular.- Se mencionan las actividades no referidas anteriormente.

9.1. Puente.- Se debe considerar como estructura metálica a este elemento. En la evaluación general debe observarse el deterioro de los elementos estructurales determinando su reemplazo antes de la ruptura para evitar un deterioro (vencimiento) del puente.

9.1.1. Ajuste mecánico.- Se debe efectuar un alineamiento de la estructura con respecto al eje de rotación, engrasado del eje y rueda de tracción, así como revisando la pista.

9.2. Mamparas deflectoras.- Esta tarea debe ser realizada, limpiando con cepillo y aplicando recubrimiento si fuera necesario. Esta tarea debe efectuarse aprovechando el tiempo en el que se efectúan otras actividades programadas.

10. Reactor biológico (aerador)

10.1. Hélice (propela).- Se debe hacer una limpieza enérgica retirando material que obstruya el giro libre de la hélice, se aplicará recubrimiento de pintura cuidando que no existan áreas con partes de óxido; lubricación de la flecha y ajuste de vibraciones.

11. Reactor biológico (soplador).

11.1. Sopladores.- Las tareas fundamentales para este equipo son lubricación de los cojinetes, inspección de ruidos y sobrecalentamiento de la carcasa.

11.2. Difusores.- Es necesario limpiar o cambiarlos regularmente, según el estado en que se encuentren, aprovechando fundamentalmente las ocasiones de suspensión del servicio por requerimientos de operación o alguna otra condición similar.

12. Sedimentador secundario (clarificador circular).

12.1. Charola recolectora de natas.- Adicionalmente a los cuidados del recubrimiento, deben eliminarse las adherencias que pudieran ocasionar algún deterioro acelerado en éste.

12.2. Columna de alimentación.- Verificar su verticalidad con la obra civil, así como el estado general de su superficie.

13. Sedimentador secundario (clarificador rectangular).- Tareas que ya fueron nombradas en equipos anteriores, comparar fichas técnicas.

14. Filtro de arena.- Las actividades de mantenimiento de este elemento se enfocan al equipo de retrolavado de las arenas, como son las bombas (su mantenimiento debe cumplir con la norma correspondiente), controles y motores eléctricos. El procedimiento del retrolavado consistirá en introducir agua a presión en contra-flujo, logrando con esto el desprendimiento de las partículas retenidas en el mismo, posteriormente se colocarán trampas para retener las partículas suspendidas en el agua. La frecuencia del mantenimiento es criterio del personal de operación. El mantenimiento de los equipos que a continuación se nombran están descritos en las normas correspondientes.

14.1. Válvulas y compuertas.- Estos elementos empleados en todos los elementos de la planta permiten 1ª regulación, control y dirección del flujo, acciones fundamentales para la operación. El mantenimiento de las compuertas se describió anteriormente y a continuación se definen las correspondientes a las válvulas.

14.2. Sellos y asientos.- En general éstos deben cambiarse cuando se presenten problemas en el cierre, falla de hermeticidad. Esta falla se detecta a lo largo de su proceso de deterioro y eventualmente se tienen fallas intempestivas.

El reemplazo debe efectuarse con material y diseño similar al original, al menos que se detecte que es inapropiado.

Al cambio de estos elementos, deben retirarse los tornillos de soporte, sin dañar la cuerda; limpiar la superficie donde se colocará la pieza de repuesto y asegurar la posición aplicando los tornillos adecuados al par determinado por el fabricante.

14.3. Empaques.- La consecuencia del deterioro de los empaques son las fugas a lo largo del vástago, los cuales habrá que reemplazar, revisando el árbol y el yugo que no tengan rayaduras o desgaste anormal, en cuyo caso será necesario rectificar o en ocasiones obligará a su reemplazo.

Todas las piezas deben limpiarse antes de su instalación para evitar que pudiera haber residuos de elementos abrasivos.

14.4. Boquillas.- Se deben inspeccionar que no se encuentren taponadas, en caso de estarlo se debe hacer una limpieza con agua a presión o bien llevar a cabo su cambio. Sin embargo, debe tenerse presente que esta tarea se efectuará cuando el encargado de la operación determine la suspensión del servicio.

15. Equipo de cloración (gas cloro).- En este equipo se deben extremar las precauciones en la inspección para la detección de fugas, revisando empaques y apriete de conexiones. Los elementos de regulación y control deben ser revisados cada vez que sean reemplazados los tanques.

16. Tanque dosificador.- En éste, se mezclan los floculantes y productos químicos con agua. En tanques menores (200 litros máx.) normalmente empleados para productos envasados directamente en fábrica, el personal de mantenimiento no tendrá tareas por realizar.

En los equipos de mezclado deben ser revisadas la rectitud de la flecha, la posición de las aspas y el funcionamiento del motor.

Los dosificadores por bomba deben ser mantenidos conforme al capítulo 8.02.02.002. En el caso de dosificadores por eyector debe vigilarse la limpieza de éstos, así como el apriete de las conexiones.

17. Barandales.- Para estos elementos de material metálico, fierro galvanizado no se requiere de pintura o recubrimiento de protección, no obstante si el galvanizado ha desaparecido, el elemento debe protegerse con pintura anticorrosiva; en los barandales de fierro negro u otro material que requiera ser pintado, debe aplicarse el procedimiento indicado en el capítulo 3.01.02.047 del libro 3.

El personal debe contemplar la conveniencia de substituir aquellos barandales de fierro negro u otro material que requiera de mantenimiento mayor.

17.1. Revisión de soportes y anclajes de barandal.- Esta tarea debe ser realizada por el área de mantenimiento tomando en cuenta fundamentalmente el concepto de seguridad para el personal.

Por lo tanto, esta inspección tomará en cuenta condiciones de anclaje, soporte y estado de las uniones (soldadura o atornilladas) y el recubrimiento.

17.2. Reparación de barandal.- Esta tarea va a estar determinada por el tipo de falla que se presente y será realizada por personal calificado. Cualquier reparación que se efectúe en el barandal, debe ser protegida con el recubrimiento correspondiente.

E.02. Mantenimiento correctivo.

a. Mantenimiento correctivo general.- En los bif dinámicos se tienen fallas comunes que pueden ser tratadas en forma similar, independientemente a las características del propio equipo. Cuando por las condiciones de reparación a realizar hubiera necesidad de parar una parte o toda la planta, se debe desviar al influente, almacenar éste, darle tratamiento alterno o lo que sea procedente de acuerdo con lo establecido en el manual de mantenimiento.

A continuación se describen las actividades a realizar en este tipo de tareas:

1. El equipo no arranca.- Revisar el sistema de alimentación eléctrico, de acuerdo al capítulo 8.02.01.004.
2. Dirección de giro opuesta.- Modificar las conexiones del cableado eléctrico de alimentación, intercambiando una de las fases. Esta condición se presenta por error en las conexiones efectuadas en los trabajos de mantenimiento previos a la intervención de algún operario en el equipo; su corrección es simplemente intercambiar una de las fases de la alimentación. Si esta condición se presentara en más de un equipo, habrá que analizar en la subestación y modificar su conexión en ésta, aclarando su origen.
3. Sobrecalentamiento del motor.- Consultar el manual correspondiente y el capítulo 8.02.01.004.
4. Sobrecalentamiento de rodamientos.- Es una de las fallas más comunes que se presentan en los motores y partes en movimiento, causada por:
 - 4.1. Exceso de tensión en las bandas.- Reducir la tensión, conforme a las recomendaciones del fabricante.
 - 4.2. Mal alineamiento.- Proceder a su corrección, identificando su origen.
 - 4.3. Vibración excesiva.- Verificar balance de flecha, proceder a balancearla o a su substitución; revisar el acoplamiento, realizar apriete de tuercas y tornillos, así como su alineamiento; revisar el estado de los rodamientos y reemplazarlos, si así lo requiere el estado de los mismos.
 - 4.4. Flecha pandeada.- Determinar el grado de deformación y analizar la posibilidad de su reparación o si esto no es posible substituir la.
 - 4.5. Cojinete defectuoso.- Reemplazarlo por un cojinete nuevo.
5. Vibración.
 - 5.1. Desbalanceo de flecha.- Verificar el estado en que se encuentra, para valorar su reparación o en función de su estado físico y decidir su cambio.

5.2. Falla en la cimentación.- Revisar y proceder a refozarla de acuerdo al peso de los motores, equipo y la carga por soportar.

5.3. Falla en el alineamiento.- Realizarlo conforme al acoplamiento de que se trate.

5.4. Desbalanceo del acoplamiento.- Proceder a apretar tuercas y tornillos, si persiste la vibración, balancear el acoplamiento.

5.5. Carga irregular.- Procurar que la carga mecánica sea lo más balanceada posible.

6. Equipo electrónico.- Debe tenerse presente que en todos los equipos electrónicos se tiene el riesgo de falla en las primeras horas de operación (muerte infantil), que requieren de un mantenimiento correctivo, consistente en el reemplazo de la parte fallada.

Una vez en operación del (bif) dentro de su vida normal, eventualmente se tienen fallas súbitas por daño en el equipo electrónico, lo cual obligará al reemplazo del componente deteriorado.

Debe proporcionarse capacitación al personal para diagnosticar la falla y reemplazar los componentes, sin embargo no siempre es aplicable por las características del equipo de diagnóstico y precio de los componentes de reemplazo o condicionantes del fabricante y proveedor.

b. Mantenimiento correctivo en los bif.- Para facilitar las acciones del mantenimiento correctivo y dado que cada problema puede ser originado por varias causas, se indica el tipo de falla, su causa más probable y la medida correctiva por aplicar.

Cabe señalar que algunas de las acciones del mantenimiento correctivo ya fueron mencionadas en el preventivo, pero dado que son fallas fuera del programa del preventivo, éstas tienen que ser las mismas que las manejadas en este programa.

1. Tanque fisurado.- En este caso se debe reparar la fisura rellenando con material apropiado, revisando que la fisura no sea de riesgo mayor, se debe tomar en cuenta el capítulo 8.01.02.009 referente a Impermeabilización.
2. Tanque inundado.- El motivo de esta falla puede ser por vertedores obstruidos y deteriorados, si es el caso, deben ser limpiados, retirando el material de obstrucción. La otra causa se debe a una mayor entrega de gasto, la cual debe también controlarse.
3. Flujo irregular.- El equipo de medición se encuentra obstruido, por lo que se debe realizar una limpieza del Parshall o del vertedor doble sutro.
4. Alineación de compuertas.- En caso de encontrar desgaste en las guías o flambeo (pandeo) en el elemento de izaje, éstos se deben desmontar y proceder a rectificar o en su caso cambiarlas.

5. Desarenador.

5.1 Rejillas obstruidas.- Las rejillas se encuentran en su máxima capacidad de retención, por lo cual deben ser limpiadas retirando el material sedimentado.

5.2 Rejillas rotas.- Las rejillas por el contacto continuo con material corrosivo, tienden a sufrir deterioro, una vez presentado éste, deben ser sustituidas.

5.3 Compuertas atascadas.- En este caso deben ser alineadas y lubricadas en caso de no haber sufrido daños mayores y si los daños son mayores, programar la restitución que proceda.

5.4 Control de flujo irregular.- Revisar que el sistema de bombeo suministre el gasto deseado, en caso necesario reparar la(s) bomba(s) según lo indicado en el capítulo 8.02.02.002.

6. Sedimentadores primario y secundario.

6.1. Puente desbalanceado.- El eje de rotación del puente se encuentra desbalanceado lo que provoca un mal desplazamiento del sistema de rastreo, se debe proceder a nivelar el sistema, inspeccionar rodamientos y eje.

6.2. Cadena dañada.- En caso de daños mayores como rompimiento, se debe reparar el eslabón dañado o en su caso sustituirlo.

6.3. Rastras rotas.- Proceder a sustituir toda la pieza.

6.4. Eyector tapado.- En esta actividad se debe proceder a una limpieza.

7. Reactor biológico (aerador y soplador).

7.1. La hélice no gira.- En este caso se debe revisar el sistema de embrague así como el alineamiento de la flecha de la hélice con el motor. Inspeccionar si no existen obstáculos que impidan el movimiento, en caso de presentarse deben ser retirados.

7.2. Baja potencia del soplador.- En este caso se debe inspeccionar que no existan fugas en los medios de conducción, o pérdida de eficiencia en el propio equipo. Se debe realizar cambio de empaques y juntas.

7.3. Fuga en difusores.- Se presentan por el deterioro o rompimiento ya sea del propio difusor o de partes de unión. Se deben reparar o bien sustituir.

7.4. Obstrucción en el drenado.- En este caso se debe retirar el obstáculo e inspeccionar que no se hayan ocasionado daños mayores; en caso de existir, repararlos.

7.5. Obstrucción de aspersores.- Se debe realizar una limpieza a base de sopleteo para retirar el material adherido en la salida del aspersor.

8. Filtro de arena.- En general el mantenimiento se reduce a las tareas que se aplican a un tanque de concreto, más el retiro del material de obstrucción que se encuentre taponando el filtro, cuando las boquillas se encuentren taponadas en el caso de mantenimiento correctivo, se deben sustituir.

9. Reparación del sistema hidráulico de potencia.- Las tareas de mantenimiento correctivo que se pudieran presentar son fugas de líquido por falla en los sellos, los cuales deben ser reemplazados.

10. Reparación de válvulas.- Las tareas de mantenimiento correctivo que se pudieran presentar son fugas del líquido por falla en los sellos, los cuales deben ser reemplazados.

11. Reparación de la unidad de potencia.- las tareas de mantenimiento correctivo que se pudieran presentar son fallas en la bomba, sus sellos, y acumulación en los filtros.

Los sellos deben ser reemplazados.

Los filtros deben ser limpiados.

c. Conforme a los conceptos anteriores y una vez detectadas las fallas, se deben corregir apropiadamente, reemplazando, si es necesario, una pieza o varias, e incluso el equipo completo, en función de que la solución resulte la más económica.

E.03. Equipos y sistemas.- Para proceder a la ejecución del mantenimiento, es necesario conocer los equipos y sistemas de la planta, así como los fundamentos para:

a. Substitución de partes o modificaciones.- Se deben efectuar estudios basados en la estadística de la planta, para determinar si se procede al simple reemplazo con iguales características o si procede a una substitución con modificaciones al equipamiento original.

Una adecuada substitución 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 confiabilidad e incorporación de avances tecnológicos.

b. Ingeniería.- En el caso de que existan en el influente variaciones tales que obliguen a cambios en las características de proyecto, capacidades o calidad del efluente, será necesario alterar el diseño original y adecuarlo a las condiciones inoperantes y las esperadas en la vida de la fase o equipamiento en operación.

E.04. Parámetros a considerar.- Los parámetros fundamentales a estudiar para una substitución adecuada de los equipos son:

1. Del tanque desarenador:
 - 1.1. Posición del desarenador.
 - 1.2. Capacidad volumétrica.
 - 1.3. Calidad del influente.
 - 1.4. Diseño (circular, rectangular).
 - 1.5. Gasto normal de operación.
 - 1.6. Gasto máximo y mínimo estimado.
 - 1.7. Tipo de servicio (exterior, interior).
 - 1.8. Diámetro de tubería de la descarga.
 - 1.9. Tiempo de operación.
 - 1.10. Eficiencia mínima para gasto y carga nominal de operación.
 - 1.11. Eficiencia mínima en condiciones extremas de operación.
 - 1.12. Carga dinámica máxima de operación.
 - 1.13. Carga dinámica mínima de operación.

2. Del tanque sedimentador:
 - 2.1. Capacidad volumétrica.
 - 2.2. Diseño (circular, rectangular).
 - 2.3. Tipo de equipo de rastreo.
 - 2.4. Tipo de vertedores.
 - 2.5. Diámetro de tubería de recepción.
 - 2.6. Diámetro de tubería de descarga.
 - 2.7. Tipo de servicio (interior, exterior).
 - 2.8. Gasto máximo y mínimo estimado.
 - 2.9. Carga dinámica máxima de operación.
 - 2.10. Carga dinámica mínima de operación.

3. Del reactor biológico:
 - 3.1. Capacidad volumétrica.
 - 3.2. Gasto normal de operación.
 - 3.3. Posición del aereador.
 - 3.4. Tipo de aereador.
 - 3.5. Capacidad de aereación.
 - 3.6. Tipo de difusores.
 - 3.7. Servicio interior.
 - 3.8. Servicio exterior.
 - 3.9. Tipo de vertedores.

4. Del sedimentador secundario (clarificador):
 - 4.1. Capacidad volumétrica.
 - 4.2. Diseño (circular, rectangular).
 - 4.3. Tipo de equipo de rastreo.
 - 4.4. Tipo de vertedores.
 - 4.5. Diámetro de tubería de recepción.

- 4.6. Servicio interior.
- 4.7. Servicio exterior.
- 4.8. Carga dinámica máxima de operación.
- 4.9. Carga dinámica mínima de operación.

5. Del sistema de filtros.

- 5.1. Capacidad volumétrica.
- 5.2. Diseño.
- 5.3. Tipo de arenas.
- 5.4. Capacidad de recepción.
- 5.5. Capacidad de descarga.
- 5.6. Tiempo de retrolavado.

6. Del tanque de desinfección.

- 6.1. Capacidad volumétrica.
- 6.2. Proceso de desinfección.

E.05. El resto de instalaciones del inmueble, como son oficinas, bodegas, estacionamientos, vialidades, jardinería y otras edificaciones de apoyo administrativo o de logística instrumental y de movimiento de insumos, debe atenderse según a lo señalado en los libros 8 tomos I, II y III, en lo referente a mantenimiento y conservación, capítulos 001, 005, 007, 009, 011, del tomo I; 001, 003, 004, 005, 006, 007, 008 y 009, del tomo II; y 001, 002, 003, 004, 005 y 007 del tomo III.

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

F.01. () Limpieza general de tanque.- El costo directo incluye: Suministro de materiales de menor consumo, escobas, cepillos de raíz y alambre, así como la parte proporcional de hamacas, andamios o escaleras, si se requieren en la ejecución del trabajo; mano de obra para el lavado del tanque y retiro del material sobrante; el equipo y herramienta necesarios para la correcta ejecución del trabajo.

La unidad de medida será el metro cuadrado (m²) con dos (2) decimales de aproximación.

Para cuantificar, se medirá la superficie del tanque limpiado en el sitio de los trabajos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Limpieza general de tanque según tamaño y características \$/m2

F.02. () Impermeabilización en tanque.- El costo directo incluye: impermeabilizante, aditivos necesarios, así como materiales de limpieza, y menor consumo; la mano de obra para la impermeabilización del tanque, pruebas y retiro del material sobrante; equipo y herramienta necesarios para la correcta ejecución del trabajo.

La unidad de medida, será el metro cuadrado con dos (2) decimales de aproximación.

Para cuantificar, se medirá la superficie del tanque impermeabilizada en el sitio de los trabajos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Impermeabilización en tanque según tamaño y características \$/m2

F.03. () Recubrimiento de tanque metálico.- El costo directo incluye: material de recubrimiento a base de pintura de acuerdo al diseño, suministro de solventes y materiales de menor consumo; así como la mano de obra necesaria para la limpieza de la superficie, aplicación del recubrimiento y limpieza; equipo y herramienta necesarios para la correcta ejecución del trabajo.

La unidad de medida será el metro cuadrado con dos (2) decimales de aproximación.

Para cuantificar, se medirá la superficie del tanque recubierta y se evaluará de acuerdo a las características del material, altura y dificultad que presenta para su aplicación en el sitio de los trabajos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Recubrimiento de pintura de tanque metálico según tamaño y características. \$/m2

F.04. () Pintura en exterior de muro de tanque.- El costo directo incluye: Suministro de pintura, aditivos, solventes y materiales de menor consumo; la mano de obra

necesaria para la ejecución del trabajo, limpieza de la superficie, aplicación del material y limpieza; herramienta necesaria para la correcta realización del trabajo.

La unidad de medida, será el metro cuadrado con dos (2) decimales de aproximación.

Para cuantificar, se medirá la superficie del tanque pintada y se evaluará de acuerdo a las características del material, altura de la cubierta, pendiente y dificultad que presenta para su aplicación y las tareas realizadas en el sitio de los trabajos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Pintura exterior en muro de tanque \$/m2

F.05. () Nivelación de tanque.- El costo directo incluye: materiales de menor consumo; mano de obra especializada para la nivelación, el cálculo y análisis; instrumentos de medición necesarios para la adecuada realización de la prueba.

La unidad de medida será la pieza.

Para cuantificar, se contarán las piezas niveladas y se evaluará de acuerdo a las características del material, altura de la cubierta, pendiente y dificultad que presenta para su nivelación y las tareas realizadas en el sitio de los trabajos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Nivelación de tanque según tamaño y características. \$/pza

F.06. () Servicio de calibración de equipo electrónico de control y medición.- El costo directo incluye: materiales de menor consumo y piezas de repuesto; mano de obra necesaria para análisis, detección, corrección y pruebas del bif; así como herramienta e instrumentos necesarios para la correcta ejecución del trabajo.

La unidad de medida será la pieza.

Para cuantificar, se contarán los equipos calibrados y se evaluará de acuerdo al tipo de equipo, marca y capacidad, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra

() Servicio a mecanismo de compuerta de ciclón, según tamaño y características. \$/pza

F.09. () Verificación y calibración del equipo de medición de gasto.- El costo directo incluye: materiales de menor consumo y piezas de repuesto requeridas; mano de obra especializada para el desarrollo y ejecución del trabajo, y el empleo de la herramienta e instrumentos necesarios para la correcta realización del trabajo.

La unidad de medida será la pieza.

Para cuantificar, se contarán los equipos verificados y se evaluarán de acuerdo a la marca, capacidad y sus características, debiéndose probar la calibración del equipo, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Verificación y calibración de equipo de medición de gasto según características. \$/pza

F.10. () Reparación de elemento estructural.- El costo directo incluye: Soldadura, tornillos ó remaches, materiales de menor consumo, roldanas, chavetas, grasa o aceite, gasolina, thinner y trapo; la mano de obra especializada para desmontaje y montaje, soldar, limpieza; equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución del trabajo.

La unidad de medida será la pieza.

Para cuantificar, se contarán los elementos estructurales reparados y se evaluarán de acuerdo al tamaño y a la dificultad que presentan para su desmontaje, montaje y reparación, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Reparación de elemento estructural según tamaño y características. \$/pza

F.11. () Reparación de sistema hidráulico de potencia.- EL costo directo incluye: Suministro de los sellos, materiales de menor consumo, grasa, gasolina, thinner y trapo;

la mano de obra para desmontaje, limpieza, instalación de los sellos y pruebas; la herramienta necesaria para la correcta realización del trabajo.

La unidad de medida será la pieza.

Para cuantificar, se contarán los sistemas hidráulicos de potencia reparados y se evaluarán de acuerdo al tamaño y a la dificultad que presentan para su desmontaje, montaje y reparación, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Reparación de sistema hidráulico de potencia según tamaño y características. \$/pza

F.12. () Reparación de válvula.- EL costo directo incluye: el suministro de sellos y materiales de menor consumo; la mano de obra especializada para desmontaje, limpieza, instalación de los sellos, rectificado y pruebas; el empleo de equipo y herramientas necesarios para la correcta realización del trabajo.

La unidad de medida será la pieza.

Para cuantificar, se contarán las válvulas reparadas y se evaluarán de acuerdo al tamaño y a la dificultad que presentan para su desmontaje y montaje, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Reparación de válvula según tamaño y características \$/pza

F.13. () Recubrimiento de estructura metálica.- El costo directo incluye: pintura, materiales de enlace y acabados, así como materiales de menor consumo; la mano de obra que consiste en aplicación de pintura, limpiando enérgicamente la superficie a metal casi blanco, para asegurar la adherencia del primario, aplicación de enlace y acabado, así como el equipo y herramienta necesarios para la correcta realización del trabajo.

La unidad de medida será el metro cuadrado con dos (2) decimales de aproximación.

Para cuantificar, se medirá la superficie recubierta y se evaluará de acuerdo a las características del material, altura de la cubierta, pendiente y dificultad que presenta para su aplicación, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Recubrimiento de estructura metálica según tamaño y características. \$/m2

F.14. () Sustitución de componentes electrónicos de equipo de control.- El costo directo incluye: Sustitución de elementos electrónicos dañados en el equipo y materiales de menor consumo; la mano de obra especializada para desmontaje de elementos dañados, montar el nuevo, limpiar conexiones con solvente y pruebas; el empleo de herramienta y equipo necesarios para la correcta ejecución del trabajo.

La unidad de medida será la pieza.

Para cuantificar, se contarán los componentes sustituidos y probados y se evaluará de acuerdo al equipo del que forma parte, su función, marca del equipo, el elemento de remplazo y a la dificultad que presentan para su desmontaje y montaje en los diferentes equipos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Sustitución de componente electrónico según características. \$/pza

F.15. () Reemplazo de elemento estructural que ha fallado.- El costo directo incluye: Suministro de elemento estructural y materiales de menor consumo; Así como la mano de obra como es desmontaje, instalación, engrasado y fabricación del elemento; equipo y herramienta necesarios para la correcta realización del trabajo.

La unidad de medida será la pieza.

Para cuantificar, se contarán los elementos estructurales reemplazados y se evaluarán de acuerdo al tamaño y a la dificultad que presenta para su desmontaje y montaje, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Reemplazo de elemento estructural que ha fallado
según tamaño y características. \$/pza

F.16. () Reparación de cadena de rastras.- El costo directo incluye: sustitución de elementos dañados y materiales de menor consumo; la mano de obra necesaria para el desmontaje y montaje de la cadena, sustitución de partes dañadas y pruebas; equipo y herramienta necesarios para la correcta realización del trabajo.

La unidad de medida será la pieza.

Para cuantificar, se contarán las estructuras sustituidas y se evaluarán de acuerdo a la longitud de la cadena y al tamaño del eslabón, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Reparación de cadena de rastras, según tamaño
y características. \$/pza

LIBRO	8	CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE OBRAS Y EQUIPOS
PARTE	02	OBRAS ELECTROMECAÑICAS
SECCIÓN	02	MECÁNICA
CAPÍTULO	006	PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Es aquella en la cual se seleccionan de la basura recolectada en la ciudad, los materiales útiles para ser reprocesados industrialmente, hasta dejar como remanente el material último para tratarlo y generar composta o enviarlo a un sitio de relleno sanitario.

A.02. Atendiendo a las características del proceso aplicado y de la calidad de los desechos, para su elección, las plantas y los desechos por tratar se clasifican:

a. Proceso empleado en la planta.- Atendiendo al tipo de principios y fenómenos presentes en el proceso de tratamiento de los desechos sólidos se tienen:

1. Plantas de tratamiento físico.

1.1. Planta de selección manual.- En este tipo de plantas se permite la selección manual o pepena, en la que no se tiene prácticamente equipamiento alguno.

1.2. Planta de selección mecánica.- En este tipo de planta el proceso empleado es por medios mecánicos, en el cual se efectúa el manejo de los desechos sólidos dentro de la planta y se obtiene por este medio una selección parcial del material de suministro, complementado en forma manual.

1.3. Planta de selección mecánica automática.- En esta planta el proceso se efectúa mecánicamente en forma automática, tanto en el manejo de los desechos sólidos, como en su selección.

2. Plantas de tratamiento químico.

2.1. Planta de proceso químico.- En estas plantas el proceso aplicado es por medios químicos, transformando el material de suministro en materiales no contaminantes para usos específicos.

3. Plantas de tratamiento biológico

3.1. Planta de proceso biológico.- En estas plantas el proceso empleado es mediante la acción de bacterias.

b. Desechos sólidos.- Los desechos pueden clasificarse de acuerdo a su calidad (costo de recuperación) en:

1. Metales

2. Cartón y papel
3. Vidrio normal
4. Plástico
5. Hule

Su clasificación es importante porque en función a su calidad será el procedimiento de selección en la planta de tratamiento.

A.03. Equipamiento de la planta

En la figura 1 se presenta el diagrama de flujo básico de la planta de tratamiento de desechos sólidos, mostrando el tren de proceso.

Existen diferentes arreglos dentro de las plantas de tratamiento de desechos sólidos, por lo cual éstas también deben ser clasificadas en función del tipo de equipos aplicados en las fases del proceso, entre los que destacan:

a. Medición.- En esta sección de la planta se determina el peso a ser tratado, mediante una báscula camionera, con:

1. Registrador local
2. Registrador con grabadora

b. Selección preliminar.- En esta sección se efectúa una primera clasificación para separar fundamentalmente los desechos de gran volumen que pueden ser separados manualmente.

c. Tolla o taza de recepción.- Lugar donde se lleva a cabo la concentración de la materia prima a procesar, etapa en la cual se encuentra la cantidad total del material sin previa selección.

d. Posicionamiento de los desechos sólidos (transportador).- Para el manejo de los desechos en la planta, éstos son elevados a su mayor nivel, por medio de un transportador de tablillas o canjilones, a partir del cual puedan fluir por gravedad en la mayor parte del proceso.

e. Selección (banda de selección).- A lo largo de las líneas se procede a la selección de los diferentes materiales por aprovechar, mediante el traslado de los desechos en forma mecánica, para su separación manual. En ocasiones se cuenta con elementos adicionales automáticos de selección, como son los separadores magnéticos.

f. Adecuación.- Los materiales de recuperación son conformados a las condiciones de presentación que el mercado demanda, mediante equipo de compactación, amarre o empaque, entre otros.

g. Regulación.- Para simplificar el flujo ordenado y continuo del material seleccionado dentro de la planta, se dispone de áreas y elementos de almacenamiento

temporal (espera o demora), para su entrega en lotes predeterminados en función de los medios de transporte y/o demanda del cliente. El almacenamiento puede ser en tolva, patios o zonas cubiertas.

h. Rechazo (banda de rechazo).- El material sobrante en la planta es manejado por líneas independientes para su regulación de salida hacia su disposición final.

i. Molino.- Equipo electromecánico que tiene como objeto generar la composta con el material sobrante o no seleccionado, esto mediante la trituración y homogeneización, tiene como ventaja manejar menores volúmenes.

A.04. Mantenimiento preventivo (MP).- Son aquellas actividades tendientes a la preservación y adecuada operación de las plantas, desarrollados sistemáticamente antes del tiempo en que se presente la falla, o bien se hace la corrección de la falla en su fase inicial.

La detección de las fallas se obtiene a partir de los trabajos de inspección de los bienes físicos (bif) de la planta. El reemplazo efectuado oportunamente puede ser realizado como medida preventiva. En el mantenimiento preventivo se incluyen los niveles:

a. Mantenimiento programado (sistemático).- El mantenimiento programado de los trabajos, debe ser efectuado en base a una planeación perfectamente estructurada y organizada para establecer un programa con base en la estadística del mantenimiento y el control de las operaciones, trabajos o tareas.

b. Mantenimiento de mejora.- En éste se desarrolla la ingeniería necesaria para reducir el mantenimiento requerido de los bif, modificando el diseño original, acorde con las necesidades particulares determinadas durante la operación de la planta.

A.05. Mantenimiento correctivo (MC).- Es el conjunto de actividades que se realizan para la corrección de las fallas en los bif, a medida que éstas se presentan o se hacen inminentes. Las operaciones que se desarrollan en este tipo de mantenimiento son fundamentalmente la reparación y el cambio.

Por lo tanto, deben ir incorporándose progresivamente los equipos de mayor importancia a un MP, conforme a un programa preestablecido, apoyado por un manual de mantenimiento de la planta.

A.06. Definiciones complementarias

a. Para comprender mejor la operación y mantenimiento de la planta, se presentan las siguientes definiciones complementarias:

1. Residuos.- Es cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento, cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

2. Generación.- Es la producción de una determinada cantidad de residuos en un tiempo determinado, derivada generalmente del uso o consumo de algún bien o servicio; es la primera etapa del ciclo de los residuos sólidos. La fuente de generación puede ser, entre otras, domiciliaria, comercial, hospitalaria.
3. Almacenamiento de los residuos sólidos.- Es la retención temporal de éstos en la fuente generadora. Los residuos son almacenados durante el tiempo determinado por la frecuencia del servicio de recolección.
4. Pretratamiento.- Se considera cuando los residuos sólidos son sujetos a algún tipo de transformación simple en la propia fuente generadora. Esta transformación puede involucrar desde una simple separación de subproductos, hasta un cambio en las propiedades (generalmente físicas) de los residuos sólidos.
5. Recolección.- Consiste en tomar los residuos sólidos en la fuente que los ha generado y depositarlos en los vehículos recolectores, para su posterior traslado a una estación de transferencia, instalación de tratamiento o a su disposición final.
6. Transporte primario.- Es el traslado de los residuos sólidos directamente de la fuente generadora, a algún sitio de transferencia, tratamiento o disposición final.
7. Transporte secundario.- Consiste en el traslado de los residuos sólidos de una estación de transferencia o planta de tratamiento al sitio de su disposición final.
8. Separación simultánea.- Es el proceso mediante el cual se lleva a cabo una separación manual de subproductos, de manera simultánea con las etapas de recolección, transporte primario y/o disposición final.
9. Transferencia.- Es el cambio de los residuos sólidos de las unidades de recolección a vehículos de mayor capacidad para optimizar el proceso.
- 10 Tratamiento.- Es el conjunto de procesos a los cuales se someten los residuos sólidos para modificar sus propiedades físicas, químicas o biológicas, fundamentalmente para su reciclaje, obtención de energía y eliminación de su riesgo de contaminación y peligrosidad.
- 11 Rechazo.- Es el conjunto de todo el material orgánico o inorgánico, que no es seleccionado para ser procesado, o que no cumple con las características para su reutilización.
12. Disposición final.- Es el depósito permanente de los residuos sólidos en sitios determinados, los cuales deben cumplir ciertos requisitos para evitar la afectación del ambiente y la salud humana.
13. Compactador.- Mecanismo con el cual, mediante la aplicación de fuerza de presión se lleva a cabo el aglutinamiento del material seleccionado, formando así pacas de material.

14. Grúa.- Es la máquina equipada, para realizar maniobras necesarias tendientes a reubicar el material.

15. Molino de composta.- Es la máquina equipada mediante la cual se reduce el tamaño del material orgánico de desecho para su más fácil manejo y mejor aprovechamiento del terreno.

16. Capacidad nominal de la planta.- Es la cantidad diaria de desechos sólidos que puede recibir y tratar la planta, procesados con la calidad y características de diseño establecidas.

B. REFERENCIAS DEL CONCEPTO EN OTROS DOCUMENTOS

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en el mantenimiento de las Plantas de Tratamiento de Desechos Sólidos y que son tratados en otros capítulos de éstas u otras Normas, conceptos que deben sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas de Materiales, Requisitos de Ejecución, Subconceptos de Obra, Alcances, Unidades de Medida, Criterios para Cuantificar y Base de Pago, que se asientan en los capítulos indicados en la siguiente tabla y de los cuales ya no se hará más referencia en el texto de este capítulo.

Concepto	Capítulo de Dependencia referencia
Concreto hidráulico para obra	3.01.02.007 G.D.F.
Aditivo para concreto hidráulico	3.01.02.008 G.D.F.
Junta en edificaciones	3.01.02.009 G.D.F.
Prefabricado de concreto	3.01.02.010 G.D.F.
Acero de refuerzo para concreto	3.01.02.011 G.D.F.
Mallas de alambre para refuerzo	3.01.02.013 G.D.F.
Estructura metálica	3.01.02.015 G.D.F.
Soldadura	3.01.02.016 G.D.F.
Muros	3.01.02.017 G.D.F.
Tubos y accesorios de acero	4.01.02.015 G.D.F.
Tableros de control	4.02.02.020 G.D.F.

Concepto	Capítulo de Dependencia referencia
Interruptores y estaciones de botón	4.02.02.021 G.D.F.
Perfiles tubulares de lámina	4.01.02.026 G.D.F.
Perfiles de aluminio	4.01.02.027 G.D.F.
Pintura anticorrosiva	4.01.02.028 G.D.F.
Estructuras en general	8.01.02.003 G.D.F.
Acabados exteriores	8.01.02.006 G.D.F.
Instalaciones eléctricas en plantas industriales	8.02.01.004 G.D.F.
Motores eléctricos en general	8.02.01.007 G.D.F.
Generalidades	8.02.02.001 G.D.F.
Instalaciones de aire acondicionado	8.02.02.003 G.D.F.
Instalaciones de transportación electromecánica	8.02.02.004 G.D.F.
Motores de combustión interna	8.02.02.007 G.D.F.

C. MATERIALES CONSTITUTIVOS DEL CONCEPTO

C.01. Todos los materiales y refacciones necesarios en el mantenimiento de planta, 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 Residencia de Obra a través de la Supervisión.

De no estar precisados en el proyecto u orden respectiva, se atenderá a lo establecido en las especificaciones del área correspondiente y de no tenerse previsto en éstas, se atenderá a lo establecido en el Libro 4 sobre calidad de materiales de las Normas de Construcción del Gobierno 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.

Además de lo anterior, la reconstrucción y prueba de la planta y todas las partes que se suministren para el programa de mantenimiento preventivo deben cumplir, para cada sección de la planta, con las normas que a continuación se indican:

a. Normas Mexicanas.

1. NMX-B-9 Lámina de acero al carbón galvanizada por el proceso de inmersión en caliente para uso en general.
2. NMX-B-28 Lámina de acero al carbono, laminada en frío para uso común.
3. NMX-B-60 Lámina de acero al carbón, galvanizada por el proceso de inmersión en caliente, acanalada.
4. NMX-B-66 Lámina de acero al carbón galvanizada por el proceso de inmersión en caliente, para uso estructural.
5. NMX-B-87 Piezas vaciadas de hierro-cromo, hierrocromo-níquel resistentes a la corrosión, para aplicación general.
6. NMX-B-99 Acero estructural con límite de fluencia mínimo de 290 MPa. (29 kgf/mm²) y con espesor máximo de 13 mm
7. NMX-B-248 Lámina de acero al carbón, laminada en caliente para uso común.
8. NMX-B-254 Acero estructural.
9. NMX-B-258 Planchas de acero al carbono-silicio, de resistencia a la tensión baja e intermedia, para uso en partes de maquinaria y construcciones en general.
10. NMX-B-190 Malla soldada de alambre liso y corrugado de acero, para refuerzo de concreto.
11. NMX-B-347 Lámina de acero al carbono laminada en caliente, para uso estructural.
12. NMX-B-348 Lámina de acero al carbón laminada en frío para uso estructural.
13. NMX-B-471 Lámina de acero al carbón con recubrimiento de aluminio-zinc, para muros y techos
14. NMX-H-172 Procedimientos para soldar acero estructural.

C.02. Componentes de la planta.- En la planta de tratamiento de desechos sólidos se tienen elementos de obra civil, instalaciones, arquitectura y proceso.

No se tienen limitantes o especificaciones especiales para el empleo de materiales especiales por requerimiento del proceso o de los desechos sólidos o material seleccionado.

a. Transportador de tabllas.- los materiales de sustitución en su caso deben ser iguales o semejantes a los materiales estipulados en el proyecto de diseño y aprobado por la Residencia de Obra a través de las Supervisión.

b. Bandas de selección, banda de selección especializada y transportador de rechazo.- los materiales con que deben ser fabricados los elementos que integran estos equipos, deben ser iguales o semejantes a los materiales estipulados en el proyecto de diseño y aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión.

c. Separador magnético.- Los materiales con que deben ser fabricados los elementos que integran este equipo en un reemplazo, serán siempre iguales a los materiales dispuestos en el proyecto original; cuando se requiera la sustitución de alguno de ellos se debe contar con la aprobación del Gobierno del Distrito Federal.

d. Báscula camionera y de piso.- En estos componentes de las plantas se deben respetar las características de fabricación estipuladas por el fabricante, cualquier modificación debe ser estudiada y aprobada por el Gobierno del Distrito Federal.

e. Contenedores para producto seleccionado.- Los materiales de que están fabricados estos elementos deben respetar las características que en el diseño inicial fueron estipuladas y de acuerdo a las condiciones de los materiales a manejar.

E. REQUISITOS DE EJECUCIÓN

E.01. Mantenimiento preventivo.

a. Fundamentos del mantenimiento.- En el desarrollo del mantenimiento preventivo de la planta de tratamiento de desechos sólidos se debe vigilar que la planta funcione siempre con las condiciones establecidas en el proyecto, como son:

1. Proceso.
2. Capacidad.
3. Eficiencia.
4. Características de los desechos suministrados a la planta.
5. Características de los materiales seleccionados y de rechazo.

El personal de mantenimiento debe conocer las horas efectivas reales de funcionamiento de la planta, así como las programadas, para establecer los ajustes necesarios en su programa de mantenimiento preventivo, estableciendo las tareas acorde con las necesidades reales.

b. Requisitos para el mantenimiento.- Para lograr una operación correcta, segura y eficiente de la planta de tratamiento de desechos sólidos, es necesario que todas las instalaciones, equipamiento e infraestructura utilizada en su funcionamiento cumplan con las normas del inciso B.01 de este capítulo, adicionalmente a los siguientes conceptos:

1. Inventarios.- Se puede efectuar un inventario de todos los bienes físicos (bif) de la planta y elaborar las fichas técnicas y comerciales de cada uno de estos bienes (fig. 2 y 3), que contenga la información de su ubicación (posición coordenada), datos de diseño y capacidad, además de la siguiente información:

Ficha técnica

Identificación (número económico: NID).

Marca.

Modelo.

Fecha de fabricación.

Calificación (calif.).

Responsable de la evaluación.

Ficha comercial

Identificación (número económico: NID).

Proveedor.

Fecha de compra.

Garantía.

Calificación (calif.).

Observaciones.

2. Bitácora.- Se debe llevar el control del mantenimiento mediante bitácora en la cual se registrarán los avisos, eventos, instrucciones, resumen de las órdenes de trabajo, reportes de tiempo de operación y falla, así como las solicitudes de trabajos.

Se deben registrar las reparaciones y cambios efectuados por mantenimiento correctivo, así como las variaciones, anomalías y desviaciones aplicables al mantenimiento preventivo.

3. Historial.- Se deben registrar las tareas de mantenimiento efectuadas a los (bif) de la planta, dentro del programa de mantenimiento preventivo, y las actividades requeridas del mantenimiento correctivo, identificando las fallas respectivas, así como información de los recursos empleados (mano de obra, materiales y servicios externos) en cantidad, calidad y costo.

4. Información técnica.- Se debe contar con toda la información disponible de los fabricantes de maquinaria y equipo, como son los manuales de partes y operación de los (bif), así como toda aquella conveniente para su consulta, como especificaciones de construcción, tolerancias y recomendaciones generales.

5. Diagnóstico.- Se debe contar con los resultados del último diagnóstico elaborado. Este debe contemplar un análisis de la operación, mantenimiento, calidad, ahorro de energía y agua, y mejoramiento del ambiente, en el cual se hayan establecido las recomendaciones de mejora y su proceso de implantación.

6. Calendario.- Debe contarse con un programa de las tareas fundamentales de los principales (bif) de la planta, que es la base de referencia para el desarrollo del mantenimiento, sus ajustes y estrategias de desempeño, acordes con la práctica real en la planta.

7. Proyecto.- Se debe tener la información de las especificaciones técnicas constructivas de la planta, los planos actualizados del proyecto, las memorias descriptivas y memorias de cálculo.

8. Manuales.- El personal de mantenimiento debe tener los manuales de mantenimiento y de operación de la planta, los cuales deben ser comprendidos y analizados para asegurar su armonía de aplicación.

9. Protecciones.- Verificar que en la planta, sus componentes, equipos y (bif) en general cuenten con los sistemas de protección, que lo conserven dentro de los límites permisibles de operación, así como asegurar al máximo la integridad del operador, los propios (bif) y la planta en conjunto.

Queda prohibido bloquear las protecciones de los equipos.

10. Control automático.- En las plantas con equipamiento automatizado, donde se utilizan instrumentos, dispositivos de control y sensores, el personal de mantenimiento debe estar capacitado para la operación de estos sistemas, diagnóstico de su estado, comprensión de sus limitantes y conocimiento del proceso manual de respaldo. De esta forma el personal de mantenimiento será el único autorizado por el Gobierno del Distrito Federal para operar en condiciones fuera de las normales.

c. Programa de mantenimiento preventivo.

El programa de mantenimiento preventivo debe estar acorde con el manual de operación de la planta, recomendaciones de fabricantes, criterios asentados en la bitácora y experiencia del personal de operación de la planta.

A continuación se presentan los formatos para seleccionar el programa de mantenimiento preventivo (E.01.c) de los elementos de planta, en donde se enlistan las tareas y sus frecuencias:

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS			E.01.c.1
BÁSCULA DE ENTRADA			Capacidad (t) Largo (m) Ancho (m)
PARTE	CLAVE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (meses)
1 EQUIPO INTEGRAL	1	Evaluación general	6
	2	Revisión de apriete	6
	3	Limpieza	1
2 PLATAFORMA	1	Evaluación general	6
	2	Limpieza	1
	3	Inspección	6
	4	Ajuste mecánico	6
3 SENSORES	1	Evaluación general	1
	2	Revisión y calibración	1
	3	Limpieza y apriete y secado	6
	4	Revisión	6
	5	Calibración especializada	12
4 CONTROL	1	Evaluación general	6
	2	Revisión y calibración	6
	3	Limpieza y apriete y secado	1
	4	Calibración especializada	12

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS			E.01.c.2
CONSOLA DE CONTROL			Capacidad Lógica Entradas Salidas
PARTE	CLAVE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (meses)
1 EQUIPO INTEGRAL	1	Evaluación general	6
	2	Revisión de apriete	6
	3	Limpieza	1
	4	Inspección	6
2 CONTROL GENERAL	1	Evaluación general	6
	2	Revisión	6
	3	Limpieza general	3
	4	Inspección	6
	5	Ajuste mecánico	6
	6	Calibración	12
3 INVERSORES	1	Evaluación	6
	2	Revisión y calibración	6
	3	Limpieza, apriete y secado	3
	4	Inspección	6
	5	Calibración	12
4 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE	1	Evaluación general	6
	2	Revisión	6
	3	Limpieza y apriete y secado	3
	4	Inspección	6
	5	Calibración	12

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS			E.01.c.3
TRANSPORTADOR DE TABLILLAS			Capacidad (t/m) Longitud (m) Ancho (m) Material Velocidad (m/s)
PARTE	CLAVE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (meses)
1 EQUIPO INTEGRAL	1	Revisión de apriete	6
	2	Limpieza	1
2 TABLILLAS	1	Evaluación general	6
	2	Revisión	1
	3	Limpieza	1
	4	Inspección	6
	5	Ajuste mecánico	36
3 CADENA	1	Evaluación general	6
	2	Revisión	1
	3	Limpieza y lubricación	6
	4	Inspección	6
	5	Ajuste mecánico	6
4 COJINETES	1	Evaluación general	6
	2	Revisión	1
	3	Limpieza y lubricación	6
	4	Inspección	6
	5	Ajuste mecánico	6
5 CATARINAS	1	Evaluación general	6
	2	Revisión	1
	3	Limpieza y lubricación	6
	4	Inspección	6
	5	Ajuste mecánico	6
6 REDUCTOR	1	Evaluación general	6
	2	Revisión	1
	3	Limpieza	6
	4	Inspección	6
	5	Cambio de lubricante	6
7 MOTOR	1	Evaluación general	6
	2	Revisión	1
	3	Limpieza	1
	4	Inspección	6
	5	Limpieza y lubricación	12
8	1	Evaluación general	6
	2	Revisión	3

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS			E.01.c.3
TRANSPORTADOR DE TABLILLAS			Capacidad (t/m) Longitud (m) Ancho (m) Material Velocidad (m/s)
PARTE	CLAVE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (meses)
ESTRUCTURA	3	Limpieza y apriete	12
	4	Alineación y nivelación	12
	5	Pintura	48

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS			E.01.c.4
BANDA DE SELECCIÓN			Capacidad (t/m) Longitud (m) Ancho (m) Material Velocidad (m/s)
PARTE	CLAVE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (meses)
1 EQUIPO INTEGRAL	1	Evaluación general	6
	2	Revisión de apriete	6
	3	Limpieza	1
2 BANDA	1	Evaluación general	6
	2	Revisión	3
	3	Limpieza	1
	4	Inspección	6
	5	Cambio	12
3 RODILLOS	1	Evaluación general	6
	2	Revisión	3
	3	Limpieza y lubricación	6
	4	Inspección	6
	5	Ajuste mecánico	6
4 CHUMACERAS	1	Evaluación general	6
	2	Revisión	1
	3	Limpieza y lubricación	6
	4	Inspección	6
	5	Ajuste mecánico	6
5 REDUCTOR	1	Evaluación general	6
	2	Revisión	1
	3	Limpieza y lubricación	6
	4	Inspección	6
	5	Ajuste mecánico	6
6 MOTOR	1	Evaluación general	6
	2	Revisión	1
	3	Limpieza y lubricación	6
	4	Inspección	6
	5	Cambio de lubricante	6
7 ESTRUCTURA	1	Evaluación general	6
	2	Limpieza y apriete	1
	3	Inspección	1
	4	Alineación y nivelación	6
	5	Pintura	12

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS			E.01.c.5
TOLVA DE SELECCIÓN			Capacidad (m3)
PARTE	CLAVE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (meses)
1 EQUIPO INTEGRAL	1	Evaluación general	1
	2	Revisión de apriete	1
	3	Limpieza	1
	4	Reparación general	12
	5	Pintura	48
2 CAJÓN	1	Evaluación general	1
	2	Limpieza	1
	3	Inspección	2
	4	Cambio	48
3 MANGAS	1	Evaluación general	1
	2	Limpieza	1
	3	Inspección	2
	4	Cambio	12

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS			E.01.c.6
BANDA DE SELECCIÓN ESPECIALIZADA			Capacidad (t/m) Longitud (m) Ancho (m) Material Velocidad (m/s)
PARTE	CLAVE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (meses)
1 EQUIPO INTEGRAL	1	Evaluación general	6
	2	Revisión de apriete	6
	3	Limpieza	1
	4	Inspección	3
2 BANDA	1	Evaluación general	6
	2	Revisión	6
	3	Limpieza	1
	4	Inspección	6
	5	Cambio	12
3 RODILLOS	1	Evaluación general	6
	2	Revisión	6
	3	Limpieza y lubricación	6
	4	Inspección	6
	5	Ajuste mecánico	6
4 CHUMACERAS	1	Evaluación general	6
	2	Revisión	1
	3	Limpieza y lubricación	6
	4	Inspección	
	5	Ajuste mecánico	6
5 REDUCTOR	1	Evaluación general	6
	2	Revisión	1
	3	Limpieza y lubricación	1
	4	Inspección	6
	5	Cambio de lubricante	6
6 MOTOR	1	Evaluación general	6
	2	Revisión	1
	3	Limpieza y lubricación	1
	4	Inspección	6
	5	Cambio de lubricante	6
7 ESTRUCTURA	1	Evaluación general	6
	2	Inspección	3
	3	Limpieza y apriete	12
	4	Inspección	6
	5	Alineación y nivelación	12
	6	Pintura	48

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS			E.01.c.7
SEPARADOR MAGNÉTICO			Capacidad (t/m) Longitud (m) Ancho (m) Material Velocidad (m/s)
PARTE	CLAVE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (meses)
1 EQUIPO INTEGRAL	1	Evaluación general	6
	2	Revisión de apriete	6
	3	Limpieza	1
2 BANDA	1	Evaluación general	6
	2	Revisión	6
	3	Limpieza	1
3 TAMBORES	1	Evaluación general	6
	2	Revisión	6
	3	Limpieza y lubricación	6
4 CHUMACERAS	1	Evaluación general	6
	2	Revisión	6
	3	Limpieza y lubricación	3
5 REDUCTOR	1	Evaluación general	6
	2	Revisión	6
	3	Cambio de lubricante	6
6 MOTOR	1	Evaluación general	6
	2	Revisión	6
	3	Limpieza y lubricación	6
7 ESTRUCTURA	1	Evaluación general	6
	2	Inspección	3
	3	Limpieza y apriete	12
	4	Alineación y nivelación	12
	5	Pintura	48
8 IMÁN	1	Evaluación general	6
	2	Inspección	6
	3	Ajuste	1

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS			E.01.c.8
BÁSCULA DE SALIDA			Capacidad (t)
PARTE	CLAVE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (meses)
1 EQUIPO INTEGRAL	1	Evaluación general	6
	2	Revisión de apriete	6
	3	Limpieza	1
	4	Inspección	1
	5	Pintura	24
2 PLATAFORMA	1	Evaluación general	6
	2	Revisión	6
	3	Limpieza	1
3 BASTIDOR	1	Evaluación general	6
	2	Revisión	6
	3	Limpieza	1
	4	Inspección	1
	5	Ajuste mecánico	6
4 MECANISMO	1	Evaluación general	6
	2	Revisión general	6
	3	Limpieza y lubricación	3
	4	Inspección	1
	5	Ajuste mecánico	3
	6	Calibración	2

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS			E.01.c.9
CONTENEDOR DE VOLQUETE			Capacidad (m3) Material plástico
PARTE	CLAVE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (meses)
1 EQUIPO INTEGRAL	1	Evaluación general	1
	2	Revisión y apriete	1
	3	Limpieza	1
	5	Pintura	24
2 RUEDAS	1	Evaluación general	1
	2	Revisión y apriete	1
	3	Limpieza	1
	4	Inspección y lubricación	2
	5	Cambio	6

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS			E.01.c.10
CONTENEDOR GENERAL			Capacidad (m3) Material metálico
PARTE	CLAVE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (meses)
1 EQUIPO INTEGRAL	1	Evaluación general	1
	2	Revisión y apriete	1
	3	Limpieza	1
	4	Inspección	3
	5	Reparación general	12
	6	Pintura	24
2 RUEDAS	1	Evaluación general	1
	2	Revisión	1
	3	Limpieza	1
	4	Inspección y lubricación	3
	5	Cambio	6

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS			E.01.c.11
CONTENEDOR DE COMPUERTA			Capacidad (m3) Material metálico
PARTE	CLAVE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (meses)
1 EQUIPO INTEGRAL	1	Evaluación general	1
	2	Revisión de apriete	1
	3	Limpieza	1
	4	Inspección	3
	5	Pintura	24
2 RUEDAS	1	Evaluación general	1
	2	Revisión	1
	3	Limpieza	1
	4	Inspección y lubricación	2
3 COMPUERTA	1	Evaluación general	1
	2	Revisión	1
	3	Limpieza	1
	4	Inspección, lubricación y ajuste	2
	5	Pintura	24

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS			E.01.c.12	
TRANSPORTADOR DE MATERIALES DE RECHAZO			Capacidad	(t/m)
			Longitud	(m)
			Ancho	(m)
			Material	
			Velocidad	(m/s)
PARTE	CLAVE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (meses)	
1 EQUIPO INTEGRAL	1	Evaluación general	6	
	2	Revisión de apriete	6	
	3	Limpieza	1	
	4	Inspección	3	
2 BANDA	1	Evaluación general	6	
	2	Revisión	6	
	3	Limpieza	1	
	4	Inspección	6	
	5	Cambio	12	
3 RODILLOS	1	Evaluación general	6	
	2	Revisión	6	
	3	Limpieza y lubricación	6	
	4	Inspección	6	
	5	Ajuste mecánico	6	
4 CHUMACERAS	1	Evaluación general	6	
	2	Revisión	1	
	3	Limpieza y lubricación	6	
	4	Inspección	3	
	5	Ajuste mecánico	6	
5 REDUCTOR	1	Evaluación general	6	
	2	Revisión	1	
	3	Limpieza y lubricación	1	
	4	Inspección	6	
	5	Cambio de lubricante	6	
6 MOTOR	1	Evaluación general	6	
	2	Revisión de apriete	1	
	3	Limpieza	1	
	4	Inspección	3	
	5	Cambio de lubricante	6	
7 ESTRUCTURA	1	Evaluación general	6	
	2	Revisión	3	
	3	Limpieza y apriete	12	
	4	Inspección	6	
	5	Alineación y nivelación	12	
	6	Pintura	48	

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS			E.01.c.13
TOLVA DE MATERIAL DE RECHAZO			Capacidad (m3) Material
PARTE	CLAVE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (meses)
1 EQUIPO INTEGRAL	1	Evaluación general	1
	2	Revisión de apriete	1
	3	Limpieza	1
	4	Pintura	36
2 CAJÓN	1	Evaluación general	1
	2	Inspección	2
	3	Reparación parcial	36
3 COMPUERTA	1	Evaluación general	1
	2	Inspección	2
	3	Limpieza	3
	4	Ajuste y lubricación	12
	5	Pintura	24
4 ESTRUCTURA	1	Evaluación general	2
	2	Inspección	4
	3	Limpieza y apriete	12
	4	Alineación y nivelación	12
	5	Reparación parcial	24
	6	Pintura	24

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS			E.01.c.14
COMPACTADOR			Capacidad (kg)
PARTE	CLAVE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (meses)
1 EQUIPO INTEGRAL	1	Evaluación general	12
	2	Inspección y diagnóstico	6
	3	Limpieza y apriete	6
	4	Modificación y ajuste	12
	6	Pintura	24
2 SISTEMA HIDRÁ- ULICO	1	Evaluación general	12
	2	Inspección y diagnóstico	6
	3	Limpieza y apriete	6
	4	Modificación y ajuste	12
	5	Ajuste mecánico	12
3 CONTROL	1	Evaluación general	6
	2	Inspección y diagnóstico	6
	3	Limpieza y apriete	3
	4	Calibración	12
4 MOTOR	1	Evaluación general	6
	2	Inspección	6
	3	Limpieza y lubricación	6
5 PISTÓN	1	Evaluación general	6
	2	Inspección y diagnóstico	1
	3	Limpieza y apriete	1
	4	Ajuste	6
6 BASTIDOR	1	Evaluación general	12
	2	Revisión y diagnóstico	6
	3	Limpieza y apriete	6
	4	Inspección	6
7 VÁLVULA DIRECCIONAL	1	Evaluación general	6
	2	Revisión y diagnóstico	6
	3	Limpieza y apriete	12
	4	Ajuste y calibración	12
8 UNIDAD DE POTENCIA	1	Evaluación general	6
	2	Revisión y diagnóstico	6
	3	Limpieza y apriete	12
	4	Modificación y ajuste	12

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS			E.01.c.15
G R Ú A			Capacidad (t) Claro (m) Material
PARTE	CLAVE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (meses)
1 EQUIPO INTEGRAL	1	Evaluación general	1
	2	Revisión y apriete	1
	3	Limpieza y lubricación	1
	4	Recubrimiento	36
2 TAMBOR	1	Evaluación general	3
	2	Inspección	1
	3	Limpieza general	1
	4	Cambio de balatas	12
3 CABLE	1	Evaluación general	6
	2	Revisión	6
	3	Limpieza general	3
4 PUENTE	1	Evaluación general	6
	2	Revisión	6
	3	Limpieza general	6
	4	Recubrimiento	36
5 RIEL GRÚA	1	Evaluación general	1
	2	Revisión de señales	2
	3	Limpieza general	12
	4	Pintura	36

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS			E.01.c.16
M O L I N O			Longitud (m) Ancho (m) Material Capacidad (t/h)
PARTE	CLAVE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (meses)
1 EQUIPO INTEGRAL	1	Evaluación general	3
	2	Revisión y apriete	3
	3	Limpieza y lubricación	3
	4	Recubrimiento	36
2 BARRIL	1	Evaluación general	3
	2	Inspección	3
	3	Limpieza general	3
	4	Reparación general	3
3 TAPAS	1	Evaluación general	6
	2	Revisión de sallado	6
	3	Limpieza general	1
	4	Recubrimientos	36
4 TRANSMISIÓN	1	Evaluación general	6
	2	Revisión	6
	3	Limpieza general	6
	4	Recubrimientos	36
5 LAINAS	1	Evaluación general	1
	2	Revisión	2
	3	Limpieza general	12
	4	Reparación parcial	24
	5	Pintura	36

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS			E.01.c.17
R E S P I R A D E R O			Longitud (m) diámetro (m) Material
PARTE	CLAVE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (meses)
1 EQUIPO INTEGRAL	1	Evaluación general	3
	2	Revisión	3
	3	Limpieza	3
	4	Reparación de fallas	12
	5	Recubrimiento	36
2 BASE	1	Evaluación general	3
	2	Inspección	3
	3	Limpieza general	3
	4	Reparación general	3
3 COLUMNA	1	Evaluación general	6
	2	Revisión	6
	3	Limpieza general	1
	4	Recubrimientos	36
4 QUEMADOR	1	Evaluación general	6
	2	Inspección	3
	3	Limpieza general	3
	4	Recubrimientos	12

d. Descripción de las actividades principales en equipos.- A continuación se mencionan las actividades físicas de mantenimiento (tareas) más frecuentes y necesarias dentro del programa de mantenimiento preventivo y aplicables en prácticamente todos los bif y sólo con modificaciones menores para cada caso en particular. Se enumeran en el orden normal en el que se enlistan en las fichas.

1. Evaluación general.- Esta es una inspección que el personal de mantenimiento debe efectuar de acuerdo a la frecuencia establecida en su ficha, para determinar el estado real del bif, determinar los requerimientos de mantenimiento correctivo, ajustar los programas, alcances y tipo de tareas a desarrollar en el mantenimiento preventivo.

Debe participar en esta acción, el responsable de operación del área correspondiente, para establecer los cambios y modificaciones necesarias para mejorar el desempeño de sus funciones y las tareas del mantenimiento, ajustando la interacción de ambas áreas.

2. Revisión.- Se debe revisar las causas de las fallas y valorar los daños en el bif, observando las características de los deterioros que se presenten, conocer su origen, y establecer las medidas necesarias para reducir los efectos de las afectaciones y si es posible, evitar que se vuelvan a presentar dichas fallas.

3. Limpieza.- Se debe efectuar con productos químicos y/o detergentes biodegradables, rasquetas, otros medios mecánicos u otros productos, empleados de tal forma, que no afecten la constitución del equipo, pero deje a éste libre de adherencias y aceites.

Cuando se tenga rastro de materiales orgánicos, se debe analizar la conveniencia de emplear productos desinfectantes, de forma tal que sean efectivos y no afecten al material base, sus recubrimientos, o a otros elementos en contacto.

Esta tarea debe diferenciarse de la actividad rutinaria de servicio de limpieza, que debe efectuarse acorde con el programa de operación.

4. Inspección.- Esta tarea debe efectuarse en función de las condiciones de operación, de tal forma que las aplicaciones planteadas no originen mayores demandas de mantenimiento, observando el origen de los problemas que se han presentado. básicamente se debe efectuar esta inspección con un criterio de mantenimiento de mejora.

5. Recubrimientos.- Las superficies de los bif deben ser mantenidas, acorde con su diseño original, especificaciones de construcción, materiales y su aplicación.

Se debe efectuar una limpieza de la base donde se aplicará el primario, acorde con las especificaciones del fabricante, para asegurar una adecuada adherencia.

En caso de requerirse un enlace, éste debe cumplir con su función de amarre entre el elemento primario y el acabado.

Los factores deben ser aplicados conforme a los requerimientos de la función demandada por el bif, ser resistentes al rayado, doblez, rayos ultravioleta y elementos extraños con los cuales estará en contacto. Debe procurarse en general que los acabados cumplan con las instrucciones de codificación de color establecidas por el Gobierno del Distrito Federal.

6. Inspección de hundimientos.- Deben efectuarse nivelaciones diferenciales de acuerdo al periodo programado en el subinciso E.01.c., de este capítulo, para detectar hundimientos, identificar su causa y prevenir daños consecuentes; procediendo a su reparación.

El hundimiento originado por fallas en la base o cimentación debe ser analizado por ingenieros especialistas en mecánica de suelos y estructuras, para establecer los riesgos que representa, así como las medidas por aplicar para su solución.

Después de cualquier sismo superior al grado 5 en la escala de Richter, se debe efectuar una inspección similar a la descrita, para determinar el comportamiento de los bíf y las posibles afectaciones que hubiesen sufrido.

e. Descripción de actividades específicas.- A continuación se mencionan las particularidades más importantes de las actividades físicas de mantenimiento (tareas) en cada bif, requeridas en el programa de mantenimiento preventivo. Se presentan en el mismo orden en que aparecen en las fichas técnicas, indicado en el subinciso E.01.c. de este capítulo.

1. Báscula.- Debe estar en servicio con la exactitud requerida por el área de operación y establecida por las especificaciones del fabricante; la calibración y ajuste mecánico debe ser realizada y certificada por un especialista.

2. Consola de control.- Las tareas fundamentales del equipo electrónico a efectuarse trimestralmente son las siguientes: secado, apriete y limpieza; adicionalmente se debe realizar una revisión general semestral y su calibración anual. El personal de operación a cargo de este equipo debe efectuar rutinariamente la limpieza de su área de trabajo así como la del equipo por su parte exterior.

3. Transportador de tablillas.- Se debe realizar una lubricación mediante grasa grafitada de los elementos en movimiento, verificando el ajuste de los soportes de las partes en movimiento, así como el apriete de las piezas estructurales del equipo. En el caso de presentar alteraciones, proceder a realizar un ajuste mecánico necesario conforme a las especificaciones del diseño del fabricante. Se requiere efectuar la nivelación diferencial y la alineación del transportador para asegurar que no existan hundimientos, fallas en la cimentación o cadencia en la estructura que pudiera originar fallas mayores.

Se deben reemplazar las tablillas en función de su desgaste, conforme al programa de mantenimiento preventivo establecido, para evitar cambiar una tablilla por mantenimiento correctivo.

4. Banda de selección.- Las tareas a efectuar son similares a las aplicadas a la estructura del transportador de tablillas. La banda debe cambiarse anualmente. Este es el elemento fundamental del bif, debiendo ser revisado y analizando las posibles causas que pudieran efectuar su vida útil, ya que su reemplazo representa un trabajo mayor que obliga al paro de todo el proceso.

Los rodamientos de los rodillos que requieren lubricación deben ser vigilados y efectuar ésta conforme al programa de mantenimiento, aplicando mediante inyector de grasa y en la cantidad que se indica en el manual de mantenimiento en el área de rodamientos.

5. Tolda de selección.- las mangas deben ser reemplazadas acorde con el programa de mantenimiento preventivo. Debe determinarse cuales mangas sufren más desgaste, en función del material de desecho en ellas; además se debe plantear la posibilidad de emplear materiales y formas de montajes diversos que prolonguen la vida de la manga.

6. Banda de selección especializada.- Similar a las tareas descritas en el programa de mantenimiento preventivo subinciso E.01.c.4, de esta cláusula.

7. Separador magnético.- Las tareas deben efectuarse conforme al programa de actividades establecido en el manual de mantenimiento de la planta, efectuando el reemplazo de la banda con el programa de mantenimiento preventivo y en armonía con el mantenimiento mayor de la línea.

8. Báscula de piso.- Se debe realizar este mantenimiento, respetando las condiciones especificadas por el fabricante y acorde con el programa marcado en ficha (E.01.c.8). Todo tipo de calibración debe ser realizada por personal especializado para garantizar la exactitud del equipo.

9. Contenedor de volquete.- la evaluación del contenedor determinará la adecuada aplicación del contenedor para el tipo de desechos a manejar, por lo que se deben tener presentes las modificaciones como mantenimiento de mejora. En forma similar se tratarán las ruedas, a las que se estima una vida de seis meses en trabajo continuo.

10. Contenedor general.- Se deben reparar sus paredes con alambre de calibre similar, empleando una longitud no menor de 5 cm por lado y entorchando con alambre de calibre 22 o casquillo de presión; el mantenimiento de ruedas consiste en limpiar y retirar el material que obstruya el movimiento del eje de la rueda, engrasando mediante inyector. La frecuencia está definida en la ficha E.01.c.10.

11. Contenedor de compuerta.- Debe ser igual al contenedor general, adicionalmente efectuando la tarea de revisión del alineamiento, contra escantillón, del mecanismo de apertura de la compuerta y la lubricación en sus ejes de rotación.

12. Transportador de material de rechazo.- Las tareas deben ser iguales a las de las bandas de selección, anteriormente indicadas.

13. Tolva de rechazo.- El mecanismo de operación de la compuerta es el que demanda mayor mantenimiento y que evidentemente afecta más la operación del proceso, por lo cual su inspección debe ser mas detallada, verificando el alineamiento de sus elementos, su rectitud y dobleces adecuados, vigilando su correcto engrasado; se debe aplicar el mantenimiento de mejora.

14. Compactador.- Debe prestarse atención especial en las válvulas direccionales y de control, así como con la unidad hidráulica de potencia, siguiendo las instrucciones que se establecen en el manual de mantenimiento y partes del fabricante.

El personal de operación debe conservar limpio el pistón, avisando al personal de mantenimiento de cualquier anomalía como pueden ser escurrimientos, coloración del metal o adherencia de materiales extraños.

15. Grúa.- Debe inspeccionarse el correcto engrasado de la guía, resistencia de los topes límites, operación correcta de los interruptores de posición, así como estado del freno. El estado del cable debe ser revisado conforme al programa de mantenimiento preventivo.

16. Molino.- En este equipo se debe vigilar el estado general de su recubrimiento exterior, procediendo a su aplicación conforme al sistema establecido por el fabricante. El enlainado debe ser apretado en su mantenimiento programado y reemplazarlo acorde con la vida asignada y el ajuste efectuado como resultado del comportamiento del molino, observando su desgaste, de forma tal que puedan ser reubicadas algunas de ellas para prolongar su vida útil.

Se debe efectuar una revisión general de la transmisión, engrasando las áreas de contacto y ajustando el alineamiento y paralelismo de ejes. Debe vigilarse el nivel de lubricación del motorreductor, observando que no se tengan fugas y escuchando ruidos anormales.

El mantenimiento del motor eléctrico debe efectuarse conforme a la norma correspondiente.

17. Respiradero.- Debe vigilarse la limpieza de este elemento, eliminando todos aquellos materiales que estuvieran adheridos. Se inspeccionará su estado y se procederá a su recubrimiento de acuerdo al programa, conforme a sus características y especificaciones de diseño.

E.02. Mantenimiento correctivo.

a. Mantenimiento correctivo general en equipos.- En los bif dinámicos se tienen fallas comunes que pueden ser tratadas en forma similar, independientemente del propio equipo. A continuación se describen las actividades a realizar en ese tipo de tareas:

1. El equipo no arranca.- Revisar el sistema de alimentación al motor eléctrico conforme al capítulo 8.02.01.007 de las normas de mantenimiento en el libro 8.

2. Dirección de giro opuesto.- Modificar las conexiones del cableado eléctrico de alimentación. Si esta condición se presentara en más de un equipo, habrá que revisar la subestación y modificar la conexión en ésta.

3. Sobrecalentamiento del motor.- se debe efectuar conforme al capítulo 8.02.01.007 de las normas de mantenimiento.

4. Sobrecalentamiento de rodamientos.- Es una de las fallas más comunes que se presentan en las partes en movimiento, causada por:

4.1. Exceso de tensión en las bandas.- Reducir la tensión, conforme a las recomendaciones del fabricante.

4.2. Mal embrague de los engranes.- Efectuar el alineamiento correspondiente.

- 4.3. Mal alineamiento.- Proceder a su corrección, previa identificación de su causa.
- 4.4. Vibración excesiva.- Verificar balance de flecha, proceder a balancearla o a su sustitución: revisar el acoplamiento, realizar apriete de tuercas y tornillos, así como su alineamiento: revisar el estado de los rodamientos y reemplazarlos, si así lo requiere el estado de los mismos.
- 4.5 Flecha deformada (pandeada).- Determinar el grado de deformación y analizar la posibilidad de su reparación o si esto no es posible, sustituirla.
- 4.6. Cojinete defectuoso.- Reemplazarlo por un nuevo cojinete.
- 4.7. Envejecimiento de la grasa.- Sostituirla 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 condiciones de operación.
- 4.8. Cantidad inadecuada de grasa.- Coloque grasa en el cojinete aproximada al 50% de la anterior y aumente la cantidad hasta el nivel adecuado.

5. Vibración

- 5.1. Desbalanceo de flecha.- Verificando el estado en que se encuentra, para valorar su reparación o en función de su vida remanente decidir su cambio.
- 5.2. Falla en la cimentación de los equipos.- Revisar y proceder a reforzarla de acuerdo al peso de los motores, del equipo y la carga por soportar, de acuerdo a las instrucciones del fabricante y a la información recabada del análisis de vibraciones.
- 5.3. Falla en el alineamiento.- Realizarlo conforme al tipo de acoplamiento de que se trate.
- 5.4. Desbalanceo del acoplamiento.- Proceder a apretar tuercas y tornillos, si persiste la vibración balancear el acoplamiento.
- 5.5. Carga irregular.- la carga debe ser lo más balanceada posible para evitar que se produzcan vibraciones que puedan afectar el equipo.

6. Equipo electrónico.- Debe tenerse presente que en todos los equipos electrónicos se tiene el riesgo de falla en las primeras horas de operación (muerte infantil), que requiere del reemplazo de la parte fallada.

Una vez en operación el bíf dentro de su vida normal, eventualmente se tienen fallas súbitas por daños en el equipo electrónico, lo cual obligará al reemplazo del componente deteriorado.

7. Reparación de fallas.- Como resultado de las tareas de evaluación, revisión, limpieza e inspección se debe proceder a la reparación de las fallas que se hubieran

presentado, acorde con el origen de las mismas, cuidando que no sean causa de fallas posteriores. Las reparaciones deben realizarse evitando desniveles, falla de adherencia del nuevo material, diferencias respecto al acabado original en su constitución y apariencia, así como procurar que las juntas conserven el criterio del trazado original del elemento.

b. Mantenimiento correctivo especializado en los bif.- Para facilitar las acciones del mantenimiento correctivo y dado que cada problema puede ser originado por varias causas diferentes, a continuación se indica la falla, su causa más probable y la medida correctiva por aplicar:

1. Transportador de tablillas.

1.1. Tablillas.- Los soportes de las tablillas a la cadena, deben ser revisadas para detectar fracturas o desgaste mayor.

Se debe realizar a la mayor brevedad el reemplazo de la tablilla deteriorada, aprovechando el paro del equipo por cambio de turno o alguna otra actividad de mantenimiento.

1.2. Cojinetes.- Si alguno de los cojinetes provoca ruidos mayores a los ocasionados durante su operación manual, debe lubricarse de inmediato y proceder a su revisión detallada, así como a su reemplazo, sí es el caso, en el primer paro programado.

1.3. Alineación y nivelación de la estructura.- Si se detectan inclinaciones mayores a las correspondientes a la pendiente del transportador, ejes de las catarinas o desviaciones en la perpendicularidad de las tablillas respecto a las cadenas. Deben revisarse los niveles de los soportes de la estructura, ajustando su posición mediante los tornillos niveladores e incorporando, en su caso, laines en los tornillos de anclaje.

En aquellos puntos en los cuales no se cuente con longitud suficiente en los tornillos de ajuste o anclas, habrá que proceder a su sustitución o bien al aumento de su longitud mediante la adición de un tornillo fijado por medio de cople y soldadura.

Cuando estos ajustes se requieran continuamente, se debe efectuar un estudio más detallado de la solución con la asesoría de un especialista en mecánica de suelos.

Falla de la nivelación de la cimentación o soportería, lo cual se corrige ajustando el anclaje o apretando las tuercas o tornillos de los soportes.

2. Banda de selección

2.1. Cambio de banda.- Cuando el deterioro prematuro de la banda sea causado por desalineamiento, para lo cual habrá de proceder en forma similar a la señalada en el subpárrafo E.02.b.1.3. de este capítulo.

Cuando la causa sea baja calidad del material de la banda, habrá de reportarse para aplicar la garantía correspondiente y en caso de haber expirado ésta, se debe reemplazar la banda.

2.2. Reparación de la banda.- Cuando se presente una rotura, de características tales que la opción de reparación mediante grapas sea adecuada, habrá de procederse con esta solución.

2.3. Cambio de mangas en las tolvas de selección.- Este elemento tendrá que reemplazarse cuando se rompa.

3. Cambio de banda del separador magnético.- Similar a las tareas descritas en el subinciso E.02.b.2.1. de este capítulo

4. Contenedor de volquete.

4.1. Reparación del cajón.- En caso de rotura se debe reparar provisionalmente mediante parches de lámina calibre 18 en ambos lados y unidos mediante tornillos y tuercas, efectuando su reemplazo lo más pronto posible.

4.2. Ruedas de los contenedores.- En los contenedores se tiene el riesgo de una falla intempestiva de las ruedas por rotura de la flecha o el rodamiento, en cuyo caso se debe proceder al reemplazo de la rueda completa.

5. Contenedor general.- En el caso de rotura de las paredes del cajón de malla tipo ciclón, se debe reparar de acuerdo a lo indicado en el manual de mantenimiento.

6. Reparación de la compuerta del contenedor.- En el caso de presentarse dobleces o roturas de las varillas del mecanismo de apertura se deben reemplazar con un elemento similar en dimensiones y material; además se debe aplicar, si es el caso un mantenimiento de mejora.

7. Compuerta de la tolva del material de rechazo.- En el caso de presentarse dobleces o roturas de las varillas, se debe reemplazar con elementos similares en dimensiones y material, además se debe aplicar, si es el caso, un mantenimiento de mejora.

8. Compactador.

8.1. Reparación del sistema hidráulico.- Cuando se presenten fugas del líquido por falla en los sellos, éstos deben ser reemplazados.

8.2. Reparación de la válvula direccional del compactador.- Cuando se presenten fugas del líquido por falla en los sellos, éstos deben ser reemplazados.

8.3. Reparación de la unidad de potencia.- Cuando se presenten fallas a causa de rotura de los sellos, éstos deben ser reemplazados, en caso de ser por acumulación de polvo en los filtros, se debe proceder a su limpieza de inmediato.

9. Reparación de la grúa.

9.1. Reparación de topes.- En el caso de rotura de los topes límite de la carrera de la grúa se deben fijar, inspeccionar los interruptores de posición y reemplazarlos, si ellos fueran el origen de la falla.

9.2. Cambio de balatas de tambor.- Cuando se escuchen rechinamientos al aplicar el freno, deben ser reemplazadas.

10. Reparación en molinos.- Cuando se presenten roturas en los birlos de soporte de las lanas deben substituirse.

11. Reparación de respiraderos.- En el caso de corrosión en este elemento superior a 1.5 mm de espesor, se debe reemplazar.

c. Conforme a los conceptos anteriores y una vez detectadas las fallas, se deben corregir apropiadamente, reemplazando, si es necesario, una pieza o varias, e incluso el equipo completo, en función de que la solución resulte la más económica.

E.03. Equipos y sistemas

a. Reemplazo.- En la planta de tratamiento de desechos sólidos habrá que tomar en consideración la necesidad de la substitución de una máquina o sistema, para lo cual se debe respetar:

1. Proceso
2. Capacidad
3. Proyecto.

Con las condiciones de mejora que sean procedentes.

En función de las condiciones de operación y mantenimiento realizadas, se debe llevar a cabo un estudio basado en la estadística de funcionamiento y un análisis de ingeniería de la planta de tratamiento de desechos sólidos, para determinar la conveniencia del simple reemplazo del equipamiento, con iguales características o se procede a la substitución y adaptación a las condiciones reales de operación.

En el estudio de los equipos por sustituir, se debe realizar 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.

b. Ingeniería.- En el caso de que existan variaciones en las características de los desechos sólidos, respecto a las consideradas en el proyecto, será necesario modificar el diseño original para adecuarlo a las condiciones reales y las esperadas durante la vida útil de la fase o equipamiento en estudio.

E.04. Parámetros a considerar.- A continuación se enlistan los principales equipos de la planta, enumerados conforme al número asignado en los incisos del programa de mantenimiento preventivo.

a. Báscula:

1. Posición de la báscula
2. Capacidad de medición
3. Dimensiones de la plataforma
4. Precisión del pesaje
5. Registro de pesaje

b. Consola de control:

1. Número de equipos a controlar
2. Parámetros a controlar
3. Redundancia del sistema
4. Secuencia de operación

c. Transportador de tablillas

1. Dimensiones del transportador (ancho, longitud y pendiente)
2. Capacidad (peso y velocidad)
3. Capacidad del motor y su reductor
4. Dimensiones y tipo de tablillas

d. Banda de selección:

1. Dimensiones de la banda (ancho y longitud)
2. Capacidad (peso y velocidad)
3. Material de la banda
4. Tipo de rodillos y su espaciado
5. Capacidad del motor y su inversor

e. Tolva de selección:

1. Capacidad volumétrica
2. Diseño (material, dimensiones)
3. Tipo de mangas

f. Separador magnético:

1. Capacidad magnética
2. Dimensiones
3. Procedimiento de captura
4. Características de la banda, su motor y reductor

g. Báscula de piso:

1. Capacidad de medición
2. Dimensiones de la plataforma
3. Precisión del pesaje

h. Contenedor de volquete:

1. Capacidad volumétrica
2. Diseño (material, dimensiones)

i. Contenedor general:

1. Capacidad volumétrica
2. Diseño (material, dimensiones)
3. Tipo de recubrimiento

j. Contenedor de compuerta:

1. Capacidad volumétrica
2. Diseño (material, dimensiones)
3. Tipo de recubrimiento
4. Mecanismo de la compuerta

k. Transportador de material de rechazo:

1. Dimensiones de la banda (ancho y longitud)
2. Capacidad (peso y velocidad)
3. Material de la banda
4. Tipo de rodillos y su espaciamiento
5. Capacidad del motor y su inversor
6. Pendiente

1. Tolva de material de rechazo:

1. Capacidad volumétrica
2. Diseño (material, dimensiones)
3. Mecanismo de la compuerta

m. Compactador:

1. Capacidad volumétrica
2. Diseño (material, dimensiones)
3. Mecanismo de compactación
4. Sistema hidráulico de potencia

n. Grúa:

1. Capacidad de carga
2. Velocidad de izaje
3. Diseño (material, dimensiones)
4. Mecanismo de operación
5. Longitud de cable

o. Molino:

1. Capacidad de carga
2. Diseño (material, dimensiones)
3. Dimensiones de boca de carga
4. Tipo de laines

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

F.01. () Revisión y calibración de báscula camionera.- El costo directo incluye: Suministro de materiales de menor consumo; la mano de obra especializada para la revisión, limpieza, ajuste, calibración y prueba de los elementos mecánicos y electrónicos de la báscula; el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución del trabajo.

La unidad de medida será la pieza.

Para cuantificar, se contarán las básculas revisadas y calibradas en el sitio de los trabajos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Revisión y calibración de báscula según tamaño
y características

\$/pza

F.02. () Suministro e instalación de componente electrónico en equipo de control.- El costo directo incluye: Suministro de componentes y materiales de menor consumo; la mano de obra especializada para desmontar los elementos dañados, limpieza de conexiones del componente reemplazado y pruebas; el equipo y herramienta necesarios para la correcta ejecución del trabajo.

La unidad de medida será la pieza.

Para cuantificar, se contarán los componentes reemplazados y probados en el sitio de los trabajos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Suministro e instalación de componente electrónico en
equipo de control según características \$/pza

F.03. () Suministro e instalación de tablilla.- El costo directo incluye: Suministro de la tablilla y materiales de menor consumo; la mano de obra especializada para el desmontaje, instalación, engrasado y pruebas; la herramienta necesaria para la correcta ejecución del trabajo.

La unidad de medida será la pieza.

Para cuantificar, se contarán las piezas reemplazadas, probadas integralmente en el sitio de los trabajos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión y la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Suministro e instalación de tablilla, según tipo
y características. \$/pza

F.04. () Suministro e instalación de rodamiento.- El costo directo incluye: Suministro de rodamientos y materiales de menor consumo; la mano de obra especializada para el desmontaje, limpieza menor de asiento, instalación del rodamiento, engrasado y pruebas; la herramienta necesaria para la correcta ejecución del trabajo.

La unidad de medida será la pieza.

Para cuantificar, se contarán las piezas reemplazadas, probadas y aceptadas en el sitio de los trabajos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Suministro e instalación de rodamiento, según tipo y características. \$/pza

F.05. () Suministro e instalación de rodillo.- El costo directo incluye: Suministro de rodillo y materiales de menor consumo; la mano de obra especializada para el desmontaje, limpieza, instalación del rodillo, engrasado y pruebas; el equipo y herramienta necesarios para la correcta ejecución del trabajo.

La unidad de medida será la pieza.

Para cuantificar, se contarán las piezas reemplazadas, probadas y aceptadas en el sitio de los trabajos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Suministro e instalación de rodillo, según tipo y características. \$/pza

F.06. () Suministro e instalación de manga.- El costo directo incluye.- el suministro de la manga así como materiales de menor consumo; la mano de obra para el reemplazo y las pruebas; el equipo y herramienta necesarios para la correcta ejecución de trabajo.

La unidad de medida será la pieza.

Para cuantificar, se contarán las piezas reemplazadas, probadas y aceptadas en el sitio de los trabajos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión y la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Suministro e instalación de manga, según tipo y características. \$/pza

F.07. () Suministro e instalación de banda.- El costo directo incluye: El suministro de la banda y materiales de menor consumo; la mano de obra especializada para el

desmontaje y montaje de la banda y pruebas; la herramienta necesaria para la correcta realización del trabajo.

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

Para cuantificar, se medirá la longitud de banda instalada, probada y aceptada, según tamaño y material en el sitio de los trabajos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Suministro e instalación de banda, según tamaño
y material. \$/m

F.08. () Suministro e instalación de rueda para contenedor.- El costo directo incluye: Suministro de rueda, grasa, gasolina, thinner y materiales de menor consumo; la mano de obra para desmontaje, limpieza del soporte, instalación de la rueda, engrasado y pruebas; la herramienta necesaria para la correcta realización del trabajo.

La unidad de medida será la pieza y se evaluará de acuerdo al tamaño de la rueda y del contenedor.

Para cuantificar, se contarán las piezas reemplazadas, probadas y aceptadas en el sitio de los trabajos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Suministro e instalación de rueda, según tamaño. \$/pza

F.09. () Suministro e instalación de sello del sistema hidráulico de potencia.- El costo directo incluye: Suministro de sello y materiales de menor consumo como son: grasa, gasolina y thinner; la mano de obra especializada para desmontaje, limpieza e instalación de los sellos y prueba; la herramienta necesaria para la correcta realización del trabajo.

La unidad de medida será la pieza y se evaluará de acuerdo al tamaño y a la dificultad que presenta para su desmontaje y montaje.

Para cuantificar, se contarán las piezas reemplazadas, probadas y aceptadas en el sitio de los trabajos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Suministro e instalación de sello del sistema hidráulico de potencia. \$/pza

F.10. () Suministro e instalación del mecanismo de compuerta de contenedor.- El costo directo incluye: material de fabricación y materiales de menor consumo, como son tornillería, soldadura, grasa y thinner; la mano de obra para desmontaje, limpieza del soporte, instalación del mecanismo, engrasado y pruebas; la herramienta necesaria para la correcta ejecución del trabajo.

La unidad de medida será la pieza y se evaluará de acuerdo al tamaño y a la dificultad que presenta para su desmontaje y montaje.

Para cuantificar, se contarán las piezas reemplazadas, probadas y aceptadas en el sitio de los trabajos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Suministro e instalación de mecanismo de compuerta de contenedor. \$/pza

F.11. () Suministro e instalación de sello de válvula.- El costo directo incluye: Suministro de sello, asiento, rectificado y materiales de menor consumo; la mano de obra especializada para el desmontaje, limpieza, instalación de los sellos y pruebas; la herramienta necesaria para la correcta realización del trabajo.

La unidad de medida será la pieza.

Para cuantificar, se contarán las piezas reemplazadas, probadas y aceptadas en el sitio de los trabajos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Suministro e instalación de sello de válvula,
según características. \$/pza

F.12. () Servicio e instalación del mecanismo de compuerta de tolva.- El costo directo incluye: materiales de menor consumo, como son tornillería, soldadura, grasa, gasolina, thinner y trapo para limpieza; la mano de obra para desmontaje, limpieza del soporte, instalación del mecanismo, engrasado y pruebas; el empleo de la herramienta necesaria para la correcta ejecución del trabajo.

La unidad de medida será la pieza y se evaluará de acuerdo al tamaño y a la dificultad que presenta para su desmontaje y montaje.

Para cuantificar, se contarán las piezas reparadas, probadas y aceptadas en el sitio de los trabajos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Servicio e instalación de mecanismo de tolva \$/pza

F.13. () Nivelación diferencial de estructura.- El costo directo incluye: materiales de menor consumo; la mano de obra para análisis, diagnóstico y elaboración de cálculos; los instrumentos necesarios para la correcta ejecución de la nivelación.

La unidad de medida será la pieza y se evaluará de acuerdo a la superficie, su complejidad y peso, así como a la dificultad que presente para su acceso.

Para cuantificar, se contarán las piezas niveladas y cuyos resultados hayan sido aceptados en el sitio de los trabajos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Nivelación diferencial de estructura. \$/pza

F.14. () Mantenimiento y reparación de reductor.- El costo directo incluye: elementos del sistema de engranaje, bujes y materiales de menor consumo; la mano de obra especializada para la instalación, desmontaje, limpieza de asiento, instalación de elementos, engrasado y pruebas; la herramienta necesaria para la correcta realización del trabajo.

La unidad de medida será la pieza y se evaluará de acuerdo a la capacidad del reductor.

Para cuantificar, se contarán las piezas reparadas y aceptadas en el sitio de los trabajos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Mantenimiento y reparación de reductor, según características. \$/pza

F.15. () Reparación de banda por rotura.- El costo directo incluye: material para cubrir la zona dañada y materiales de menor consumo; la mano de obra especializada para efectuar la reparación y las pruebas; la herramienta necesaria para la correcta ejecución del trabajo.

La unidad de medida será el metro cuadrado con dos (2) decimales de aproximación y se evaluará de acuerdo al material utilizado.

Para cuantificar, se medirá la superficie de material empleado, en la reparación, probado y aceptado en el sitio de los trabajos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Reparación de rotura de banda. \$/m2

F. 16. () Recubrimiento de pintura en estructura metálica.- El costo directo incluye: material de recubrimiento (primario, enlace y acabado) y materiales de menor consumo; la mano de obra especializada para la limpieza, aplicación del material y limpieza; la herramienta necesaria para la correcta aplicación del material.

La unidad de medida será el kilogramo con dos (2) decimales de aproximación y se evaluará de acuerdo a las características del material, altura de la cubierta, pendiente y dificultad que presenta para su aplicación.

Para cuantificar, se calcula el peso de la estructura pintada en el sitio de los trabajos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Recubrimiento de pintura en estructura metálica. \$/kg

F.17. () Reparación del mecanismo de compuerta de tolva.- El costo directo incluye: el suministro de materiales de menor consumo, como son tornillería, soldadura, grasa, gasolina y thinner; la mano de obra para desmontaje, limpieza del soporte, instalación del mecanismo, engrasado y pruebas; la herramienta necesaria para la correcta ejecución del trabajo.

La unidad de medida será la pieza y se evaluará de acuerdo al tamaño del mecanismo y a la dificultad que presenta para su desmontaje y montaje.

Para cuantificar, se contarán las piezas terminadas en el sitio de los trabajos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Reparación del mecanismo de tolva. \$/pza

F.18. () Reparación de compactador.- El costo directo incluye: Suministro de sellos de bomba hidráulica, émbolos y materiales de menor consumo; la mano de obra para desmontaje, instalación, engrasado y pruebas; la herramienta necesaria para la correcta ejecución del trabajo.

La unidad de medida será la pieza y se evaluará de acuerdo al tamaño y a la dificultad que presenta para su desmontaje y montaje.

Para cuantificar, se contarán las piezas terminadas en el sitio de los trabajos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Reparación de compactador.			\$/pza
LIBRO	8	CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE OBRAS Y EQUIPOS	
PARTE	02	OBRA ELECTROMECHANICA	
SECCIÓN	02	MECANICA	
CAPÍTULO	007	MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA	

A. Definición y Clasificación.

A.01 Definiciones.- Un motor de combustión interna es aquel que aprovecha la energía térmica contenida en un combustible para realizar un trabajo mecánico, que se aprovecha con algún fin determinado (accionar una bomba, un generador de corriente, un automóvil, etc.)......

A.02 Existen varias maneras de clasificar a los motores de combustión interna; sin embargo, el más general es:

a. Por el combustible que utilizan:

1. Motor de gasolina.- Posee un ciclo de trabajo en el que, la combustión se realiza a volumen constante (Ciclo Otto).
2. Motor Diesel.- En este motor, la combustión se efectúa a volumen constante al inicio de la misma y aproximadamente a presión constante al final.
3. Motor de gas natural.- Similar al motor que utiliza gasolina.

En cada caso los componentes principales del motor son los mismos, variando únicamente el sistema de alimentación del combustible y los materiales en algunas partes del mismo.

Además de la clasificación anterior, atendiendo a sus características, se pueden catalogar por:

b. El tiempo del ciclo:

1. Motor de dos tiempos.- Realiza el ciclo de trabajo completo en un giro del cigüeñal, o lo que es lo mismo dos carreras del pistón.

2. Motor de cuatro tiempos.- Realiza el ciclo de trabajo en dos giros del cigüeñal o cuatro carreras del pistón.

c. La formación de la mezcla:

1. Mezcla externa.- Se utiliza con motores que trabajan con combustibles de fácil vaporización y para formar la misma, se utiliza un dispositivo llamado carburador. En éste, el combustible se mezcla con el aire que entra a gran velocidad pasando después a los cilindros.
2. Mezcla interna.- Se utiliza en motores que trabajan con combustibles que no son de fácil vaporización. En ellos el aire entra puro al cilindro y después con la ayuda de una bomba de inyección y el inyector se introduce en el combustible a gran presión, produciéndose la mezcla. Su principal aplicación se da en los motores diesel.

d. Su uso:

1. Transportables.- Son equipos en que se requiere su movilidad, no siempre trabajan al mismo régimen, ni las cargas que se les aplican son constantes y en cualquier momento deben trabajar sin fallas.
2. Estacionarios.- Estos motores se encuentran instalados en un lugar, normalmente su régimen es uniforme y su carga es constante.

e. La disposición de los cilindros:

1. En línea.- Es la forma más simple, ya que todos los cilindros se encuentran en un mismo plano; se utiliza generalmente en motores que tengan hasta diez cilindros.
2. En "V".- Es el que posee dos filas de cilindros con un ángulo que puede ir de 30° a 120° entre las dos; generalmente el ángulo oscila entre 40° y 75°. Con este diseño se puede construir un motor más corto con un mayor número de cilindros.
3. Radiales.- Esta disposición es la más usada en aviación, en ella la cantidad de cilindros se sitúan formando una circunferencia con cigüeñal común.
4. Opuestos.- Tiene sus pistones colocados en un mismo cigüeñal que al funcionar, unas veces se alejan y otras se acercan.
5. Yuxtapuestos.- En él, los pistones se alejan y se acercan pero no están fijos al mismo cigüeñal, sino en dos, uno en cada extremo.

6. En delta.- Se parece a un triángulo equilátero; en cada vértice del triángulo posee un cigüeñal, en donde se acoplan en cada uno dos pistones, uno para cada lado, y trabajan en forma semejante al yuxtapuesto.

f. El número de cilindros:

1. Monocilíndricos.- Los que únicamente cuentan con un cilindro, su empleo más común es en los motores diesel.
2. Policilíndricos.- Cuentan con dos o más cilindros, su empleo es ampliamente difundido en todos los tipos de combustibles.

g. El encendido de la mezcla:

1. Chispa.- Se utiliza básicamente en los motores de gasolina y gas natural. La chispa la produce una bujía por la alta tensión que circula por ella.
2. Autoencendido.- Se utiliza en los motores diesel, donde entra aire puro al cilindro, éste se comprime aumentando la temperatura de tal manera, que esa temperatura alcanzada es mayor que la de autoinflamación del diesel. Con esta condición, se inyecta el combustible dentro del cilindro finamente pulverizado y al calentarse y mezclarse con el aire se autoinflama.

h. La inyección de combustible:

1. Inyección por aire a presión.- El combustible se inyecta con la ayuda de ese aire, el cual procede de un compresor.
2. Inyección mecánica.- Su construcción es más usada ya que es más eficiente, para ésta se necesita una bomba de inyección que envíe la cantidad de combustible al inyector con una alta presión y este lo introduce al cilindro finamente pulverizado.

i. El sistema de enfriamiento:

1. Por aire.- El aire es obligado a pasar por el exterior del motor, el cual presenta aletas en el cilindro y la cabeza para aumentar la superficie de contacto con el aire.
2. Por agua.- En estos motores el agua es obligada a circular por ductos en el interior de la unidad. Este enfriamiento es más eficiente pero más caro debido a sus requisitos de construcción.

j. El llenado del cilindro.

1. Vacío.- Es muy utilizado en los motores a gasolina y en algunos a diesel de cuatro tiempos; consiste en llenar el cilindro de aire atmosférico, a través de la válvula de admisión por el vacío que provoca el pistón al bajar dentro del cilindro.
2. Forzado.- Se utiliza en algunos motores a diesel de cuatro tiempos y en todos los motores de dos tiempos. Para este llenado se necesita un ventilador que absorba el aire de la atmósfera y lo envíe a presión al interior del cilindro, esta presión será de aproximadamente 1.5 atm., con lo que se logra un llenado más eficiente.

A.03. Términos básicos del motor de combustión interna.- Para comprender como opera un motor de combustión interna, es necesario familiarizarse con ciertos términos que describen las características mecánicas, operacionales y de potencia de estos equipos.

- a. Punto muerto superior (TDC).- Es el punto más alto del viaje ascendente del pistón en el cilindro.
- b. Punto muerto inferior (BDC).- Es el punto más bajo del viaje descendente del pistón en el cilindro.
- c. Carrera.- Es la distancia, normalmente expresada en pulgadas, que recorre el pistón en su movimiento desde el (TDC) hasta el (BDC). El pistón tiene una carrera mientras viaja hacia abajo y otra carrera mientras viaja hacia arriba. La carrera hacia abajo más la carrera hacia arriba del pistón, equivale a una vuelta o revolución del cigüeñal.
- d. Diámetro de cilindro.- Es el diámetro interior del cilindro. Longitud expresada generalmente en pulgadas.
- e. Giro.- Es la distancia desde el centro del cojinete principal del cigüeñal al centro del pasador de cigüeñal o cojinete de biela. La medida de un giro es igual a la mitad de la carrera.
- f. Revoluciones por minuto (rpm).- Es la unidad de medida usada para determinar la velocidad de piezas giratorias.
- g. Volumen de combustión (CV).- Para un cilindro, es el volumen de la cámara de combustión situada sobre el pistón cuando éste se encuentra en (TDC).
- h. Desplazamiento del pistón (PD).- Esto, para un cilindro, significa el volumen que el pistón desplaza mientras viaja de (TDC) hasta (BDC) y se mide en pulgadas cúbicas o centímetros cúbicos.

Para calcular el desplazamiento del pistón de un cilindro, se usa la siguiente fórmula:

$$PD = \pi r^2 \times \text{carrera}$$

En donde:

$$\pi = 3.1416$$

r = radio del cilindro

Para sacar el desplazamiento total de un motor, multiplicar (PD) por el número de cilindros.

- i. Volumen total (TV).- El volumen total del cilindro es el volumen sobre el pistón cuando el pistón está en (BDC) y es igual a (CV)+(PD).
- j. Relación de compresión (CR).- Es la división entre el volumen total del cilindro y el volumen de combustión (cámara de combustión) y se expresa como una proporción (es decir 10 a 1).
- k. Eficiencia volumétrica.- Es la relación que hay entre la cantidad de mezcla de aire combustible que entra al cilindro en la carrera de admisión y la cantidad requerida para llenar el cilindro a presión atmosférica. Esto se expresa en porcentaje.
- l. Caballo de potencia (HP).- Es la unidad de potencia igual a la cantidad de fuerza necesaria para levantar 33000 libras a una altura de un pie, en un minuto (76.04 kilogramos, a una altura de un metro, en un segundo). La potencia que desarrolla un motor puede ser medido por varios métodos. Dos de estos métodos son potencia al freno y potencia SAE. Potencia al freno de un motor, es la potencia desarrollada por el cigüeñal y se mide ya sea por un freno Prony o por un dinamómetro. El freno Prony es un sistema de freno de fricción ajustable que se monta en el volante del cigüeñal con una palanca que descansa en la plataforma de una escala. Si se oprime el freno, la palanca produce mayor presión en la escala.

Cuando se usa un dinamómetro para medir la potencia, el motor puede impulsar un generador y con la cantidad de energía producida se puede calcular la potencia del motor.

La potencia SAE (Sociedad de Ingenieros Automovilísticos), se usa para comparar motores de acuerdo con el número y diámetro de los cilindros.

Para determinar la potencia (SAE), se utiliza la siguiente fórmula:

$$HP \text{ SAE} = (\text{diam. interior cilind})^2 \times (\text{num. cilindros}) / 2.5$$

- m. Potencia nominal.- Es la potencia efectiva del motor fabricado regulado y sometido a rodaje, durante no más de 60 horas, sin filtro de aire, silenciadores; tubo de escape y neutralizador de gases de combustión, con

generador, bomba hidráulica y compresor desconectados. La empresa productora garantiza una potencia a una frecuencia de rotación nominal, con suministro total de combustible y en condiciones atmosféricas temperatura y densidad de carburante estandarizados.

- n. Potencia neta.- Es la potencia efectiva en las mismas condiciones que en el subinciso anterior, pero con todo su equipo de servicio, independientemente de que este instalado directamente sobre el motor o no, cuando el suministro de combustible es completo.

A.04. Mantenimiento preventivo en motores de combustión interna.- Es el conjunto de actividades que se realizan con personal especializado y de acuerdo a programas previamente establecidos para asegurar que los motores de combustión interna se encuentren siempre en óptimas condiciones de operación de acuerdo a las características de su diseño.

A.05. Mantenimiento correctivo en motores de combustión interna.- Son las actividades necesarias para corregir las diversas fallas que se presentan en los motores de combustión interna, y que ocasionan interrupciones de menor o mayor duración en el servicio.

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.

B. REFERENCIAS DEL CONCEPTO EN OTROS DOCUMENTOS

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en el mantenimiento de los Motores de Combustión Interna en general y que son tratados en otros capítulos de éstas u otras normas, conceptos que deben sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas de Materiales, Requisitos de Ejecución, Subconceptos de Obra, Alcances, Unidades de Medida Criterios para Cuantificar y Base de Pago, que se asientan en los capítulos indicados en la siguiente tabla y de los cuales ya no se hará más referencia en el texto de este capítulo.

Concepto	Capítulo de Dependencia referencia
Generalidades	8.02.02.001 G.D.F.
Manual de operación y mantenimiento de plantas eléctricas de emergencia.	SELMEC

C. MATERIALES CONSTITUTIVOS DEL CONCEPTO

C.01. Para la construcción y prueba de los motores de combustión interna y todas las partes que se suministran, para los Programas de Mantenimiento Preventivo y Correctivo, deben cumplir, para cada sección del motor, con las normas correspondientes a cada una de las partes del motor que a continuación se indican:

- a. ANSI (American National Standard Institute)
- b. ASTM (American Society for Testing and Materials)
- c. AWS (American Welding Society)
- d. ACI (Alloy Casting Institute)
- e. AISI (American Iron and Steel Institute)
- f. SAE (Society of Automotive Engineer)
- g. API (American Petroleum Instituto)
- h. DIN (Deutsche Industrie Norm)

C.02. Materiales de los motores de combustión interna.- Los materiales que a continuación se enlistan, son los más comúnmente usados en las principales partes de los motores, para que se tomen en cuenta al momento de la substitución de alguna de ellas.

a. Motores diesel:

1. Monoblock o bloque de cilindros.- Es una de las partes de mayor volumen y peso del motor, contiene los cilindros, nidos para la colocación de los mismos. En esta pieza se acopla un gran número de agregados tales como: la bomba de inyección, el generador, filtros para la lubricación, la bomba de agua, el turbocompresor, tuberías del sistema de alimentación y otros. De acuerdo al sistema de enfriamiento que utilice, los materiales utilizados en su construcción pueden ser:

1.1 Cilindros secos.- Son los que no tienen contacto de sus paredes con el agua del enfriamiento, generalmente son los contruidos por fundición de acero o los de lámina de acero soldadas. Su enfriamiento se realiza por aire.

1.2 Cilindros húmedos.- Son los que tienen contacto de sus paredes con agua del enfriamiento y generalmente son de hierro fundido o de aleaciones de aluminio, ya que son materiales con mayor resistencia a la oxidación

En la actualidad se emplean mucho los bloques fundidos de aluminio, ya que con la misma resistencia son aproximadamente tres veces más ligeros que los de hierro gris.

En los motores de gran tamaño, los bloques poseen ventanas laterales que permiten su limpieza, revisión e inclusive extracción y colocación de las piezas anteriores como el grupo biela-pistón, cojinetes de apoyo del cigüeñal, etc.

2. Cabezas de cilindro o culatas.- Los materiales más empleados en su construcción son hierro fundido, aleaciones de aluminio y acero, todos estos materiales se unen a otros que le dan las cualidades requeridas para resistir los esfuerzos y dilataciones a que están sometidas.

El método de elaboración de las culatas es, el de la fundición pues su construcción es difícil y compleja.

3. Depósito de aceite.- Es la parte más baja del motor donde se acumula el aceite para la lubricación del mismo. Este se puede construir de hierro fundido, aleaciones de aluminio y láminas de acero soldadas. En motores de gran tamaño esta pieza posee paredes interiores que le dan solidez y resistencia ya que sobre los depósitos se fijan el cárter o el bloquecárter según el tipo del motor.
4. Cárter.- El cárter se puede construir por fundición o soldadura y los metales empleados pueden ser el hierro fundido, láminas de acero y las aleaciones de aluminio.

El cárter soporta por lo general el peso del motor por lo que su construcción debe ser sólida y resistente.

5. Cilindros.- Por su construcción se deben considerar dos clases de cilindros:

5.1 Integrales.- Estos cilindros son contruidos en el mismo material del bloque y no se pueden desmontar o separar de éste, generalmente es del tipo húmedo.

5.2 Desmontables.- Son cilindros que se desmontan del bloque, pueden ser encamisados o el cilindro intercambiable, se fabrican de aleaciones de hierro fundido y acero en casos especiales.

La superficie interior debe tener un buen acabado y precisión para evitar que los anillos y el pistón sufran daño, se sobrecalienten o permitan que la presión se fuge. Tomando en cuenta que el cilindro es una pieza de difícil lubricación, su acabado debe poseer un bruñido, a fin de que posea cavidades micrométricas donde se pueda introducir y sostener el aceite.

Los hay del tipo húmedo y seco.

6. Pistón.- Los materiales más usados son hierro fundido, las aleaciones de aluminio y acero en algunos casos.

En su construcción, el pistón se divide en dos partes que son: cabeza o corona y faldón. En la corona, que es la parte sobre el perno o pasador del pistón, se tienen las ranuras para los anillos, de compresión y de aceite. La parte superior de la cabeza es lo que se conoce como fondo del pistón y su forma varía según la construcción de la cámara de combustión y el tipo de motor.

La cabeza del pistón, cualquiera que sea su fondo, debe tener un buen espesor para que pueda resistir las condiciones de trabajo a las que está expuesto. Además los materiales para fabricar pistones deben caracterizarse por propiedades determinadas, como son alto índice de conductividad del calor, bajo coeficiente de dilatación, resistencia a la fatiga bajo temperaturas hasta 350° C y gran resistencia al desgaste.

7. Anillos del pistón.- Se dividen en anillos de compresión y anillos de aceite, pues tienen distintas funciones.

7.1 Anillos de compresión.- Son los que hermetizan la cámara de combustión y se fabrican de hierro fundido gris con capas o aleaciones de cromo o níquel.

7.2 Anillos de aceite.- Son los que garantizan la lubricación del cilindro durante la carrera de subida y lo limpia durante la bajada. Los materiales usados en su construcción son los mismos que los utilizados en los de compresión.

Durante la fabricación de los anillos se debe tener en cuenta que estos cumplan con varios requisitos, los más importantes son:

7.2.1 Gran elasticidad.

7.2.2 Resistencia al desgaste.

7.2.3 Buen transmisor del calor.

7.2.4 Resistencia a altas temperaturas.

8. Perno del pistón.- Se construyen de acero, con capa de cementación y temple. Los esfuerzos de trabajo del perno son de signo variable en los motores de cuatro tiempos, ya que en algunos procesos trabaja en compresión de su superficie inferior y en otros procesos en la superficie superior.

En cambio en los motores de dos tiempos generalmente la superficie que se comprime es la superior. Además el perno está sometido a altas temperaturas, por lo que su lubricación es semilíquida. Esto trae por consecuencia que el desgaste tanto en los apoyos del pistón como en la biela sea considerable.

Para conseguir las condiciones normales de funcionamiento del perno, éste debe satisfacer los requisitos siguientes:

8.1 Poca masa.

8.2 Mínima deformación.

8.3 Buena resistencia a las cargas de choque.

8.4 Gran resistencia al desgaste.

9. Biela.- Se fabrican de una gran variedad de aleaciones de acero y para motores pequeños de aleaciones de aluminio, siendo la aleación más utilizada la de acero al cromo níquel.

Las bielas se construyen por lo general con cinco partes:

9.1 Buje del pie o casquillo.- Se construye generalmente de bronce, pues su función es de disminuir el desgaste del perno, este buje, por su construcción debe permitir el paso de aceite. En motores pequeños el buje se substituye por cojinetes de agujas.

9.2 Pie.- Es la parte que se sujeta al perno, puede ser cerrado o abierto, este último se utiliza en los pernos fijos a la biela.

9.3 Cuerpo o vástago.- Es quien une al pie y la cabeza, sus secciones son muy variadas como la redonda, ovalada, en cruz, en doble T; siendo estas dos últimas las más utilizadas, en ocasiones cuentan con un canal para el paso de aceite lubricante y refrigerante.

9.4 Cabeza.- Es la parte que une la biela al cigüeñal, la cabeza de la biela generalmente se hace desmontable, usando los tornillos de fijación para su armado y únicamente cuando utilizan cojinetes de agujas, de rodillos o de bolas, se construyen enterizas, pero éstas no han logrado gran difusión, ya que requieren un cigüeñal desarmable.

9.5 Tornillos de fijación o sujeción.- Se construyen de acero de alta calidad, resistente a la tracción y al corte, en estos tornillos se debe hacer una buena elección del paso de la rosca, así como fijar su tuerca con gran apriete (de acuerdo al fabricante) y evitar el giro mediante el uso de seguros.

10. Cigüeñal.- Por estar sometido a condiciones de trabajo muy difíciles, ya que recibe periódicamente fuerzas que provocan vibraciones torsionales y de flexión que en ciertos regímenes de funcionamiento del motor crean tensiones adicionales, su estructura debe satisfacer los requisitos o condiciones siguientes: estar equilibrado estática y dinámicamente, ser muy resistente y seguro, tener poca masa, ser simple y de gran rigidez, carecer de resonancia y vibraciones, estar fabricado con gran precisión, tener forma aerodinámica.

Por estas razones, generalmente para su construcción es usado el acero con atenciones de cromo y níquel por el método de forjado.

En los últimos tiempos se han comenzado a construir de hierro fundido de alta resistencia y de fundición perlítica.

Los elementos estructurales en que se divide el cigüeñal son:

10.1 Extremo delantero.- Contiene una brida donde se fija en algunos motores el volante. También en este extremo se fijan los engranes para mover distintos agregados del motor, además de contener el retén para el aceite.

10.2 Muñones de apoyo.- Se encuentran en el eje geométrico del cigüeñal y su número depende del tipo del motor, aunque a medida que el número de cilindros aumenta, aumentan la cantidad de muñones de apoyo y por lo general se trata de construir el cigüeñal con un apoyo más que el número de muñones de biela, esto se realiza con objeto de disminuir la flexión y evitar el desgaste.

10.3 Brazos.- La parte que une a los muñones de apoyo y a los muñones de biela recibe el nombre de brazo, éstos pueden tener una forma constructiva muy variada como rectangulares, ovalada, prismática y circular. En algunos casos cuando el brazo es circular se aprovechan como muñones de apoyo.

10.4 Muñones de biela.- El número de muñones de biela depende de la cantidad de cilindros en los motores en línea y del número de cilindros de un banco para los motores en V. Los muñones de biela se encuentran situados excéntricos al eje del cigüeñal, es por esto que su peso y el del mecanismo al girar producen fuerzas centrífugas que afectan al cigüeñal y a fin de disminuir esta fuerza, la mayoría de los muñones se construyen huecos. En algunos casos especiales estos muñones huecos se aprovechan como filtros centrífugos.

Los muñones de biela se construyen siempre de menor diámetro que los de apoyo, éstos se pueden construir desarmables o enteros. A los muñones de biela, por medio de cojinetes se acoplan las bielas y es la parte que al recibir la fuerza de la presión de los gases garantiza que el cigüeñal gire. El diámetro de los muñones de biela debe ser limitado a una medida menor o igual a 0.7 del diámetro del cilindro, esto es debido a que las bielas tendrían mayor su cabeza, lo que impide que durante el desarme del motor ésta pueda salir por el cilindro a no ser que se construya con un corte inclinado.

10.5 Contrapesos.- Son pesos adicionales que se emplean para disminuir los esfuerzos que la fuerza centrífuga produce contra los apoyos, esta fuerza es producto de las masas desequilibradas del cigüeñal. En definitiva los contrapesos son los que equilibran al cigüeñal tanto estática como dinámicamente.

Los contrapesos se construyen de formas muy variadas y éstos pueden ser fundidos en el material del cigüeñal desmontables de otro material y fijados por tornillos.

10.6 Extremo trasero.- En él se encuentra el retén para el aceite lubricante y el ensamble de las poleas para los servicios periféricos del motor como son: el generador de corriente, la bomba del líquido refrigerante y el ventilador para el radiador.

10.7 Canales de lubricación.- Estos canales son los que permiten que el aceite que llega del canal maestro después de lubricar la superficie de los muñones de apoyo, pase al interior del cuerpo del cigüeñal hasta los muñones de biela a fin de lubricar la superficie de contacto con el cojinete y en ocasiones subir por las bielas para lubricar el pistón, el buje y los cilindros.

11. Cojinetes.- Los cojinetes se emplean cuando hay dos piezas que trabajan en movimiento una con la otra, a fin de disminuir el desgaste de éstas, pero siempre debe tenerse en cuenta que el material de cojinete se desgasta más fácil que el de las otras piezas a proteger.

Los materiales más usados en la construcción de los cojinetes son el babbit con estaño o plomo, el bronce con plomo y las aleaciones de aluminio.

El cojinete debe asentar más de un 80% de su superficie exterior a la chumacera y el 100% de su superficie interior a la pieza que protege, la holgura de aceite máxima que se debe permitir en el cojinete es de 0.30 mm y la mínima de 0.12 mm.

Los cojinetes deben tener una serie de condiciones o requisitos técnicos que garanticen el buen funcionamiento del motor y la economía del mismo, los más importantes son:

- 11.1 Facilitar la lubricación.
- 11.2 Tener bajo coeficiente de fricción.
- 11.3 Ser buen conductor del calor.
- 11.4 Ser resistente a la corrosión

12. Árbol de levas.- La construcción del árbol de levas en los motores pequeños es de una pieza mientras que en los de gran tamaño, generalmente es de varios tramos a fin de simplificar su construcción. Esta formado por puntos de apoyo o sujeción y las levas, para accionar las válvulas tanto de admisión como de escape; la colocación de estas levas es desplazada a grados iguales, las de un cilindro respecto al otro, según el orden de encendido del motor.

El árbol de levas se construye de acero al cromo níquel y en motores pequeños de hierro fundido.

13. Válvulas.- los motores cuentan con dos tipos de válvulas:

- 13.1 De admisión.- Se utilizan en los motores de cuatro tiempos, su cantidad por cilindros depende del diámetro de éstos.

Las válvulas de admisión durante el trabajo del motor, están sometidas a cambios térmicos, ya que en el proceso de admisión las refrigera y en el de combustión se eleva la temperatura bruscamente, por lo que el material que se utiliza debe ser acero forjado resistente a altas presiones y resistente al desgaste.

- 13.2 De escape.- Se pueden emplear en motores de dos y cuatro tiempos; este tipo de válvulas siempre están sometidas a altas temperaturas, esto obliga a que se construyan de un metal más resistente. En algunos casos se utiliza el sodio metálico a fin de recoger calor de la cabeza de la válvula.

Todas las válvulas están formadas por dos partes:

13.2.1 Cabeza.- La cabeza de la válvula, es la parte que contiene el cinturón circular que asienta en el nido de la culata y de esa forma se hermetiza la cámara de combustión. Esta faja circular tiene un ángulo de inclinación que puede ser de 30° ó 45° dependiendo del tipo de motor. Entre este cinturón de la válvula y el asiento en la culata, cuando se construyen o rectifican, se hacen con una diferencia de 0.5 a 1°, para garantizar que durante el desgaste de trabajo se obtenga un mejor sello.

13.2.2 Vástago.- Es la parte que se desliza dentro del casquillo guía, debe ser resistente al desgaste y en la punta superior tiene un maquinado que permite fijar las válvulas con su resorte a la culata.

En el caso de motores reconstruidos se puede encontrar con sobremedida en su diámetro.

14. Balancín.- Su función es la de transmitir el movimiento de las varillas o del árbol de levas directamente a las válvulas o al amortiguador, según el tipo del motor. En su construcción, los hay de cuerpo simple para accionar una válvula o al amortiguador, y los hay de cuerpo compuesto para accionar dos válvulas a la vez.

Se construyen de acero forjado o fundiciones maleables.

15. Varillas empujadoras.- En los motores que las poseen reciben el movimiento de los balancines inferiores o el árbol de levas y lo transmiten a los balancines superiores. Se construyen de tubos de acero, debido a que no deben flexionarse durante el funcionamiento. Interiormente son huecas para disminuir el peso, aunque en ocasiones la parte hueca se emplea para el paso de aceite hasta las válvulas.

b. Motor de gasolina.- los materiales de los principales componentes del motor a gasolina son los mismos que utiliza el motor a diesel de tamaño pequeño o mediano, como son monoblock, cárter, cigüeñal, bielas, pistones, válvulas, etc., sin embargo al avance de la tecnología hace que cada vez sea más frecuente el uso de aleaciones de aluminio sobre todo en los monoblock's y el plástico en sus diferentes compuestos para la fabricación de filtros y herrajes.

Además estos motores utilizan componentes que no son utilizados por los motores a diesel, como son:

1. Bobina.- Es un transformador de corriente continua, que eleva la tensión de la batería (de 12 V a 5000 V) para que en la bujía se efectúe un arco eléctrico que produzca la ignición; hay secas y sumergidas en aceite; los materiales son: alambre de cobre tipo magneto, láminas de acero al silicio, aceite dieléctrico en su caso y lámina de hierro.

2. Bujías.- Se encargan de proporcionar la chispa para iniciar la combustión dentro del cilindro al concluir la etapa de compresión. Los materiales más utilizados en su fabricación son: cerámica resistente al calor y alta capacidad dieléctrica, que le permite a los electrodos una corriente eléctrica en alta tensión sin fugas, cobre electrolítico en el electrodo que recibe la corriente del distribuidor y hierro en el cuerpo.
3. Carburador.- Regula la mezcla de aire y combustible que generalmente es 15 a 1, son de una aleación de aluminio y zinc, conocido como zamac.

Recientemente y dado que el sistema de inyección de combustible es más eficiente reduciendo los gases de la combustión, se ha generalizado su uso para los motores a gasolina, haciendo del carburador una pieza obsoleta.

4. Distribuidor.- Proporciona la corriente en forma de secuencia a las bujías de acuerdo a la sincronización del árbol de levas y al orden de encendido del motor.

Está compuesto básicamente de dos partes: la tapa, que es de baquelita inyectada o de un plástico de alta densidad como puede ser el ABS y el cuerpo que es inyección de zamac. Dentro de este cuerpo se localiza una flecha y un engrane de acero, que le proporciona el movimiento a la escobilla, la cual está fabricada también de baquelita inyectada.

5. Platinos o encendido electrónico.- Es el interruptor que provee de energía a la bobina para la ignición, se fabrican de lámina de fierro en el cuerpo y una aleación de plata en los contactos.

Con el desarrollo de la electrónica, los platinos han sido substituidos por un circuito que realiza las mismas funciones, además de monitorear la temperatura de la mezcla, temperatura del motor, gases de combustión y demanda de potencia; datos con los cuales el circuito determina el tiempo exacto del disparo de la bujía.

- c. Motores a gas.- Los componentes de estos motores tienen los mismos materiales que los motores a gasolina, lo único adicional con que cuentan estos motores, es el adaptador en el carburador para el manejo del gas.

E. REQUISITOS DE EJECUCIÓN.

E.01 Mantenimiento preventivo.

- a. El mantenimiento de motores de combustión interna debe hacerse según los programas de los aspectos que han de verificarse en cada ocasión. Los aspectos específicos de diferentes motores varían según las recomendaciones de los fabricantes y según el equipo auxiliar, los

instrumentos y las alarmas de que dispongan. El tipo de servicio, el clima y otros factores tendrán mucho que ver con el mantenimiento de una instalación determinada. Cualquier equipo no enumerado, debe verificarse con la misma frecuencia con que se revisan aspectos comparables que aparezcan en el programa. Hay cosas que exigen la revisión de un mecánico de motores diesel y el empleo de herramientas e instrumentos especiales.

- b. Requisitos.- Para lograr una correcta operación, segura y eficiente de los motores de combustión interna, es necesario que toda la instalación que se utiliza, cumpla con todas las normas mencionadas en el inciso B.01 de ese capítulo, dando especial importancia a los siguientes puntos:

- 1. Inventario.- Es necesario contar con el inventario de todos los motores de combustión interna, de la instalación o planta de que se trate, anotando su ubicación, conteniendo adicionalmente a los datos de placa la siguiente información:

- 1.1 Tipo de motor.
- 1.2 Identificación (número económico).
- 1.3 Marca.
- 1.4 Modelo.
- 1.5 Serie.
- 1.6 Fecha de fabricación.

- 2. Información técnica.- Se deben reunir los Manuales de Partes, Operación y Mantenimiento disponibles con los fabricantes, así como todos aquellos textos que se considere conveniente para consulta.

- 3. Levantamiento.- En esta acción se debe revisar y actualizar, si es necesario, las fichas técnica y comercial del motor de combustión, indicando las características del equipo que acciona y las condiciones de trabajo particulares.

- 4. Diagnóstico.- Resultado del último diagnóstico elaborado, éste debe contemplar un análisis de la operación.

- 5. Proyecto.- Es importante contar con la información de Especificaciones Técnicas del Proyecto, para entender la selección del motor de combustión.

- 6. Reporte de operación.- Como complemento obligado a toda la información indicada anteriormente, es imprescindible conocer el comportamiento del motor de combustión interna. Este reporte es generado por el personal de operación.

- 7. Bitácora.- Se elaborará la bitácora por motor, en la cual se deben vaciar las tareas desarrolladas de mantenimiento, anotando las reparaciones y

cambios efectuados por Mantenimiento Correctivo, así como las variaciones, anomalías y desviaciones aplicables en Mantenimiento Preventivo.

8. Historial.- Es importante conocer los trabajos de mantenimiento efectuados al motor, identificando las partes reemplazadas y aquellas fallas repetitivas que hubiera tenido.
9. Estadística.- Con todos los datos recabados de mantenimiento se genera la estadística del equipo, herramienta útil para la toma de decisiones sobre su mantenimiento o sustitución.
10. Consumibles.- Se deben tener presente las condiciones de los insumos que intervienen o afectan la operación de los motores, como son:

10.1 Combustibles.- El diesel que se utilice debe cumplir con los estándares de calidad para las siguientes propiedades: volatilidad, residuo carbónico, viscosidad, contenido de azufre, ceniza, sedimento y agua, punto de inflamación, punto de fluidez, corrosión ácida y calidad de encendido. Un combustible que no reúna las especificaciones arriba mencionadas puede producir efectos muy perjudiciales al motor.

10.2 Aceites.- La calidad y el tipo adecuado de aceite que se use, dependiendo de las condiciones climáticas y del trabajo que realice el motor, son fundamentales para la vida del motor.

10.3 Agua.- La protección del sistema de enfriamiento puede lograrse con resultados óptimos utilizando agua limpia y blanda (libre de elementos minerales), libre de cieno y de contaminación de materias orgánicas, ya que al estar en contacto con vegetales en descomposición se producen sulfuro de hidrógeno y bióxido de carbono, compuestos que tienen una acción corrosiva muy rápida sobre las superficies de cobre del radiador o de los intercambiadores de calor.

- c. Programa de Mantenimiento Preventivo.- Esta es la descripción de las actividades físicas (tareas) del mantenimiento. Para la realización del presente programa, se dividieron los motores de combustión interna por sus características de encendido, en motores de dos y cuatro tiempos y por el tipo de operación que realizan, continua y de emergencia. Las dimensiones de los motores no afectan al tipo de tarea por realizar, afectando únicamente los rendimientos de la mano de obra o en los casos de equipo mayor el requerimiento para el manejo de carga. Las refacciones que se utilizarán son similares en tipo y solo difieren en tamaño.

Los motores que se contemplan en este programa son de fabricación estándar para todos los fabricantes, por lo que se tendrán que tomar en cuenta las recomendaciones particulares, cuando se trate de motores de fabricación especial o para aplicaciones muy específicas, ajustando los tiempos y actividades a las indicaciones del proveedor.

Un punto muy importante a considerar en este programa será la planeación, para que el mantenimiento de los motores de combustión interna, se realice en forma simultánea con el del equipo a que está acoplado, lo cual representaría un ahorro de tiempo por mantenimiento y mayor disponibilidad del equipo para operar.

A continuación se presentan las formas de la ficha técnica para el mantenimiento de los motores de combustión interna.

Mantenimiento preventivo motores de combustión interna
--

E.01.c.1

1. Revisar y nivelar aceite de motor

1.1 Programa

M o t o r	Frecuencia (Horas)
Diesel 2 tiempos servicio continuo	24
Diesel 2 tiempos servicio de emergencia	20
Diesel 4 tiempos servicio continuo	24
Diesel 4 tiempos servicio de emergencia	20
Gasolina o gas	48

1.2 Descripción de actividades.

Todos los motores de combustión interna cuentan con varilla (bayoneta) para medir el nivel de aceite en el depósito, ésta se encuentra en un costado del motor. La mayoría de las varillas para medir el nivel tienen varias franjas o divisiones, las más comunes son como se muestran en la figura 1.

1.2.1. Nivel alto.- El nivel está demasiado alto, drenar un poco hasta alcanzar el nivel de "lleno", de lo contrario el aceite empezará a formar espuma.

1.2.2. Lleno.- Este es el nivel normal de operación de la máquina.

1.2.3. Añadir.- Cuando el nivel se encuentra en esta marca, es necesario proceder a añadir aceite para que el nivel suba a la franja de lleno.

1.2.4. Bajo.- El nivel del aceite esta peligrosamente bajo, proceder de inmediato a nivelar hasta la marca de lleno.

En la mayoría de los motores diesel la varilla está marcada por los dos lados, una para motor funcionando y el otro para motor parado, como se indica en la figura 2.

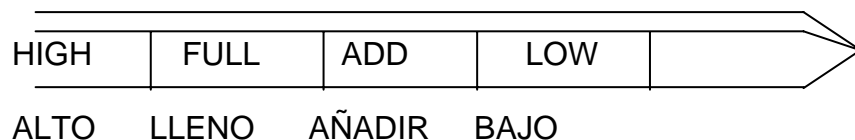


FIGURA 1

F U N C I O N A N D O

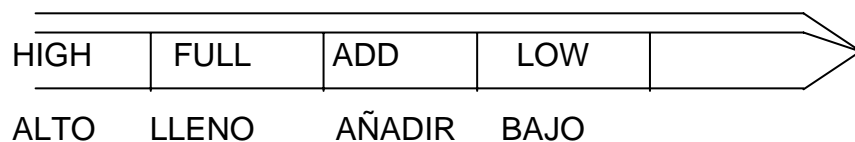


FIGURA 2

P A R A D O



Mantenimiento preventivo
motores de combustión
interna

E.01.c.2

2. Revisar y nivelar el agua del radiador

2.1 Programa

M o t o r	Frecuencia (Horas)
Diesel 2 tiempos servicio continuo	24
Diesel 2 tiempos servicio emergencia	20
Diesel 4 tiempos servicio continuo	24

Diesel 4 tiempos servicio emergencia	20
Gasolina o gas	60

2.2 Descripción de actividades.- Para verificar el nivel de refrigerante proceder a retirar el tapón del sistema, con las precauciones del caso, sobre todo si el motor está equipado con precalentador ya que el sistema se encontrará con una presión de 0.30 a 0.55 kgf/cm² (4 a 7 lb/pulg²) y una temperatura mínima de 70° C. Cada fabricante usará una marca particular para indicar el nivel adecuado del líquido; si dicho nivel es bajo proceder a llenar el depósito hasta la marca.

Es importante verificar la presión de operación del tapón, ya que ésta no debe exceder de 1.0 kgf/cm² (14 lb/pulg²) siendo el rango más adecuado de 0.30 a 0.55 kgf/cm² (4 a 7 lb/pulg²).

En la gráfica 1 se muestra el punto de ebullición del agua contra la altitud para un sistema no presurizado y para sistemas que usan tapas de presión.

Mantenimiento preventivo motores de combustión interna	E.01.c.3
--	----------

3. Verificar nivel de aceite en el filtro de aire

3.1 Programa

M o t o r	Frecuencia (Horas)
Diesel 2 tiempos servicio continuo	24
Diesel 2 tiempos servicio de emergencia	20
Diesel 4 tiempos servicio continuo	24
Diesel 4 tiempos servicio de emergencia	20
Gasolina o gas	-----

3.2 Descripción de actividades

Para dar servicio a un filtro de este tipo, retirar la tapa y sacar el elemento, vaciar el aceite que contiene y limpiar perfectamente la suciedad con un líquido comercial adecuado o petróleo. Asimismo, limpieza del tejido del filtro en un baño de petróleo o de un líquido similar.

Llenar con aceite lubricante limpio (grado SAE 40) hasta el nivel indicado, sin excederse, ya que de hacerlo éste podría ser succionado por el motor y provocar velocidades sin control y excesivo desgaste del motor.

Los purificadores de aire de servicio pesado del tipo baño de aceite, que se encuentran en motores con capacidades mayores, generalmente están provistos de un prepurificador, montado en la parte superior del purificador principal, que debe quitarse

a fin de limpiar todo el polvo y suciedad de las paletas o aspas de admisión de aire de la placa inferior del conjunto, las ranuras de eyección en el lado del cono y el tubo de salida.

Al elemento desmontable se le da servicio bajando el depósito de aceite, el cual puede estar sujeto por medio de clips o abrazaderas. Limpiar perfectamente y llenar con aceite limpio hasta el nivel indicado. Limpiar el elemento suelto con petróleo.

No usar gasolina para limpiar el sistema de alimentación o entrada de aire.

Mantenimiento preventivo motores de combustión interna
--

E.01.c.4

4. Limpiar purificador de aire tipo seco

4.1 Programa

M o t o r	Frecuencia (Horas)
Diesel 2 tiempos servicio continuo	24
Diesel 2 tiempos servicio de emergencia	20
Diesel 4 tiempos servicio continuo	24
Diesel 4 tiempos servicio de emergencia	20
Gasolina o gas	120

4.2 Descripción de actividades

En este tipo de filtros, el alojamiento o recipiente de polvo, recoge las partículas más pesadas que son arrojadas por el paso del aire. El polvo entra en el recipiente por la ranura de la placa deflectora y el nivel de suciedad presente en él, no debe llegar a menos de 12 mm (1/2") de dicha ranura.

Para retirar el recipiente, retirar la abrazadera del tornillo de sujeción y sacar el deflector del interior del cuerpo a fin de tener acceso al polvo y retirarlo. El elemento en sí puede sacarse quitando simplemente la tuerca de mariposa. En caso de que el elemento esté contaminado por polvo seco, limpiar cuidadosamente golpeándolo en forma ligera con la mano o aplicando aire comprimido a baja presión 0.7 a 0.8 kgf/cm² (10 a 12 lb/pulg²) desde su lado limpio. Si está contaminado por aceite, usar un detergente adecuado que no haga espuma, enjuagar con agua limpia y secar en un horno.

Por último, antes de volver a instalar, inspeccionar el elemento colocando una luz brillante en su parte central; cualquier orificio, rajadura o rotura por pequeña que sea lo inutilizará para seguir prestando servicio, por lo tanto debe desecharse. En cualquier caso, todos los elementos de tipo seco deben cambiarse después de seis operaciones de limpieza. En unidades de servicio pesado y en operaciones con concentraciones

severas de polvo, muchas unidades cuentan con purificadores de aire de servicio pesado con un indicador de restricción. Estos elementos o cartuchos de purificadores son reemplazables, de ninguna manera debe intentarse limpiarlos y volver a usarlos.

Para cambiar el cartucho, quitar la abrazadera y retirar el eliminador de humedad o panel prepurificador, retirar los cartuchos sucios y colocar los repuestos, a continuación instalar el prepurificador.

Mantenimiento preventivo motores de combustión interna
--

E.01.c.5

5. Revisar fugas de agua, aceite y combustible

5.1 Programa

M o t o r	Frecuencia (Horas)
Diesel 2 tiempos servicio continuo	24
Diesel 2 tiempos servicio de emergencia	20
Diesel 4 tiempos servicio continuo	24
Diesel 4 tiempos servicio de emergencia	20
Gasolina o gas	120

5.2 Descripción de actividades

5.2.1. Fugas en el sistema de lubricación. Las fugas en este sistema se presentan con más frecuencia en las mangueras del radiador de aceite, las cuales deben soportar condiciones de trabajo, dobleces, resistencia bajo las máximas condiciones de presión del sistema. Las mangueras deben ser certificadas por el proveedor para soportar una prueba de 67 kgf/cm² (1000 psi) de presión y una presión de trabajo de 17 kgf/cm² (250 psi) mínimo y una temperatura de operación de 5° C a 120° C. Generalmente las fugas se localizan en las conexiones de estas mangueras, por lo que hay que proceder a apretarlas; si el goteo es por la manguera, sustituirla.

Otro posible lugar de falla es la junta del filtro de aceite, normalmente se corrige apretando el tornillo o el elemento del filtro de aceite. Si la falla continua cambiar el empaque o el elemento dependiendo del motor que se trate.

5.2.2. Fugas en el sistema de combustible.- Para el caso del combustible, la tubería que lo lleva hasta el motor es rígida, por tanto la inspección debe concretarse a las conexiones que van del tanque a la bomba, de la bomba a la bomba de inyección y de ahí a cada inyector, para el caso de los motores a diesel y de la bomba al carburador para los de gasolina. Si existe alguna fuga apretar la conexión, si a pesar de esto la fuga continua, reportar para que sea reemplazada la conexión o el tramo del tubo.

5.2.3. Fugas en el sistema de enfriamiento.- Las fugas más frecuentes se presentan en las mangueras del radiador y en el mismo radiador, proceder a apretar las abrazaderas

de las mangueras y si la fuga persiste, cambiar la manguera. Si es en el radiador ver la posibilidad de repararlo en el sitio, de lo contrario proceder a desmontarlo y enviarlo a un taller especializado.

Mantenimiento preventivo motores
de combustión interna

E.01.c.6

6. Purga de sedimentos en filtros de combustible

6.1 Programa

M o t o r	Frecuencia (Horas)
Diesel 2 tiempos servicio continuo	24
Diesel 2 tiempos servicio de emergencia	20
Diesel 4 tiempos servicio continuo	24
Diesel 4 tiempos servicio de emergencia	20
Gasolina o gas	---

6.2 Descripción de actividades

Esta actividad se enfoca hacia los motores diesel ya que en los de gasolina no hay posibilidad de efectuarla.

El combustible diesel se elabora, de acuerdo a especificaciones cuidadosamente controladas, el sistema de inyección de combustible de un motor diesel está construido con límites muy precisos y es absolutamente indispensable que el combustible esté libre de toda contaminación cuando llegue a éste. Por lo que es importante drenar los filtros y el depósito de gasolina; sobre todo, de agua y sedimentos.

Todos los depósitos de combustible cuentan con una llave en su parte inferior, por la cual se procede a drenar los contaminantes, abriendo la llave lentamente hasta que sólo fluya diesel por ella, cerrando inmediatamente después. En la parte inferior de los filtros también se localiza otra llave que se procede a operar en la misma forma que la anterior.

Mantenimiento preventivo motores
de combustión interna

E.01.c.7

7. Verificar nivel de batería y limpieza de terminales

7.1 Programa

M o t o r	Frecuencia (Horas)
Diesel 2 tiempos servicio continuo	150
Diesel 2 tiempos servicio de emergencia	120

Diesel 4 tiempos servicio continuo	180
Diesel 4 tiempos servicio de emergencia	160
Gasolina o gas	300

7.2 Descripción de las actividades

Para verificar el nivel del electrolito en la batería, se deben quitar los tapones y observar a través de los orificios el nivel que guarda la solución. El nivel adecuado será cuando el líquido cubra 12 mm arriba de la parte superior de las placas, si esto no sucede, se debe agregar una solución de ácido sulfúrico al 4% de concentración hasta conseguir el nivel antes mencionado.

La carga eléctrica de un acumulador se verifica usando un hidrómetro para medir el peso específico del ácido del acumulador, un acumulador cargado por completo debe dar una lectura de 1.260. Cuando la lectura del hidrómetro descienda hasta 1.250, se aplica a la batería, una carga de 4 amperes.

Cuando se trate de un trabajo en clima frío, debe cerciorarse de que el acumulador no se congele. En climas cálidos no debe usarse agua fría en una batería caliente, porque se separan las celdas y es causa de fallas.

Para limpiar las terminales de la batería, utilizar una solución de bicarbonato de sodio saturada, en un depósito preferentemente de plástico y sumergir en él las terminales de los cables, el sulfato formado se disolverá en la solución. Para los postes del acumulador, proceder de igual manera utilizando una brocha para bañarlos en el bicarbonato. Posteriormente limpiar con un trapo seco y limpio.

Mantenimiento preventivo motores
de combustión interna

E.01.c.8

8. Cambio de aceite y filtro del motor

8.1 Programa

M o t o r	Frecuencia (Horas)
Diesel 2 tiempos servicio continuo	150
Diesel 2 tiempos servicio de emergencia	130
Diesel 4 tiempos servicio continuo	150
Diesel 4 tiempos servicio de emergencia	130
Gasolina o gas	300

8.2 Descripción de actividades

El aceite debe drenarse cuando se encuentre caliente; es decir, inmediatamente después de un período de trabajo; para drenar el aceite del motor, retirar el tapón de la base del cárter, cuando se haya vaciado todo el aceite, colocar nuevamente el tapón en

su lugar, una vez realizado ésto, se procede a vaciar el aceite limpio al cárter observando la varilla de nivel, hasta que marque "lleno" (full).

Proceder a cambiar el filtro de aceite, es muy importante que esto se realice cada vez que se cambie el aceite, ya que los aceites actuales contienen aditivos dispersantes y detergentes que tienen el efecto de aumentar los depósitos acumulados por el propio filtro, esta unidad de filtrado normalmente es del tipo de flujo o circulación completa, lo que significa que todo el aceite que llega a los cojinetes o metales del motor pasa por esta unidad y por consiguiente, es filtrado durante tal proceso, siempre y cuando el elemento no esté obstruido. Sí el filtro de aceite se obstruye, existe una válvula que permite que al motor en realidad nunca le falte el aceite, pero, este aceite no estará filtrado y un motor que funcione con aceite sin filtrar resentirá daños en sus metales y cojinetes.

Para cambiar el elemento desechable, quite el tornillo de sujeción del cuerpo, luego retire éste junto con el elemento sucio en su interior, deseche el elemento y limpie el alojamiento tanto por dentro como por fuera, ya sea con gasolina o diesel.

Con el nuevo elemento del filtro, se encuentra un anillo o empaque que debe colocarse en la ranura de la cabeza del filtro, una vez que se haya retirado el usado, a continuación se coloca el elemento nuevo y se cierra con el tornillo de sujeción del cuerpo.

Si se usa el filtro de unidad desechable, se debe cambiar la unidad completa, para esto, se debe desenroscar la unidad de la cabeza del filtro e instalar el repuesto.

Cuando se realice esta operación, hay que tener la precaución de no retirar junto con el filtro, el tubo que sitúa a la unidad.

Una vez que se ha instalado el nuevo elemento del filtro, se está listo para volver a llenar el motor con aceite limpio hasta la marca "lleno" de la bayoneta medidora. El motor puede ponerse en marcha y operarse a baja velocidad mientras se verifica la presión del aceite.

Si todo funciona normalmente, operar el motor un poco más de tiempo y después apagarlo. Ahora se encontrará que el nivel del aceite ha bajado un poco, así que hay que agregar aceite limpio hasta alcanzar el nivel de "lleno" en el indicador. La selección del aceite adecuado para los motores diesel es una parte importante en esta operación; por lo tanto, a continuación se indican las características de los aceites que se encuentran en el mercado.

SAE 30 para temperaturas ambientales menores de 30° C
SAE 40 para temperaturas ambientales mayores de 30° C

Si la temperatura es menor de cero grados consultar el manual técnico de fabricación.

de combustión interna

9. Revisar presión de aceite del motor

9.1 Programa

M o t o r	Frecuencia (Horas)
Diesel 2 tiempos servicio continuo	150
Diesel 2 tiempos servicio de emergencia	130
Diesel 4 tiempos servicio continuo	150
Diesel 4 tiempos servicio de emergencia	130
Gasolina o gas	300

9.2 Descripción de actividades

Es muy importante después de haber realizado el cambio de aceite, verificar la presión del mismo, para lo cual hay que observar el indicador de presión en el tablero de la máquina.

Generalmente, debe ser de 2.11 kgf/cm² (30 psi) a máxima velocidad de la máquina; en motores de gran tamaño se cuenta con equipos de prelubricación, los cuales inician la lubricación antes de arrancar el motor, evitando los desgastes de arranque.

Es conveniente también observar la temperatura del aceite, en virtud de que el deterioro que sufra éste, se debe en gran medida a las temperaturas a que se somete. La temperatura máxima permisible del aceite lubricante, medida en el riel de presión principal o en la cabeza del filtro, debe ser de 107° C.

Mantenimiento preventivo motores
de combustión interna

E.01.c.10

10. Revisar nivel de aceite del gobernador hidráulico

10.1 Programa

Las actividades de este párrafo coinciden con el programa anterior.

10.2 Descripción de actividades

Si el equipo cuenta con este tipo de gobernador, se revisará el depósito de aceite, la mayoría de las máquinas tienen una bayoneta indicadora o al destapar el depósito, se ve la marca del nivel. El aceite que se utiliza es el de transmisión automática SAE 10W – 40. Otros tipos de gobernador se lubrican con el mismo aceite que utiliza el motor.

11. Verificar funcionamiento y presiones del turbocargador

11.1 Programa

M o t o r	Frecuencia (Horas)
Diesel 2 tiempos servicio continuo	300
Diesel 2 tiempos servicio de emergencia	250
Diesel 4 tiempos servicio continuo	300
Diesel 4 tiempos servicio de emergencia	250
Gasolina o gas	500

11.2 Descripción de actividades

Siendo el turbocargador un compresor que permite aumentar el flujo de aire hacia los cilindros, permitiendo que el combustible se queme con mayor eficiencia, aumentando la potencia del motor, es necesario que su funcionamiento se realice sin fallas.

Para medir la presión de operación, se puede utilizar el medidor que la máquina debe traer incorporado a su tablero de instrumentos, verificando que dicha presión se ajuste a los parámetros técnicos que cada fabricante establece para su equipo, dependiendo de las condiciones en que va a operar (altura sobre el nivel del mar, trabajo continuo, emergencia, condiciones climatológicas etc.).

Si la presión baja en forma paulatina, se debe revisar el estado de los filtros de aire que pueden encontrarse obstruidos por polvo, aceite u otros materiales; para resolver este problema se debe proceder de acuerdo a los subincisos E.01.c.03 y E.01.c.04 de este mismo capítulo.

Si por el contrario la presión desciende en forma brusca, lo más probable es que uno de los ventiladores haya sufrido un daño o la pérdida de algún elemento, para lo cual se debe proceder a desmontar el turbo alimentador, soltando los tornillos que lo sujetan al motor así como la abrazadera del múltiple de escape, para proceder a su revisión y en su caso a la sustitución de las piezas dañadas.

Es necesario escuchar el funcionamiento de este componente para determinar si existen daños en los cojinetes, en los ventiladores o si se presenta alguna fuga de los gases de escape, para proceder a su reparación.

12. Cambiar filtros de combustible

12.1 Programa

M o t o r	Frecuencia (Horas)
Diesel 2 tiempos servicio continuo	300
Diesel 2 tiempos servicio de emergencia	300
Diesel 4 tiempos servicio continuo	300
Diesel 4 tiempos servicio de emergencia	300
Gasolina o gas	500

12.2 Descripción de actividades

Generalmente los motores diesel tienen instalados dos filtros de combustible, el primario, que está situado antes de la bomba de combustible, evitando que la suciedad llegue a la bomba; y el secundario situado después de la bomba, para evitar que la suciedad restante (generalmente partículas más pequeñas) llegue a los inyectores.

La diferencia principal entre el filtro primario y el secundario consiste en el tipo de elemento que emplea. El elemento del filtro primario no es tan denso o compacto como el filtro del secundario.

Para proceder al cambio del elemento se deben ejecutar las siguientes operaciones:

12.2.1 Limpiar exteriormente el alojamiento del filtro

12.2.2 Aflojar el tornillo del respiradero en la parte superior del filtro, para permitir que entre el aire en el filtro y se pueda drenar el combustible restante.

12.2.3 Utilizar un recipiente para recoger el combustible que drene de la caja de alojamiento del filtro. Se debe mantener el combustible retirado de los alambres eléctricos porque puede dañar el aislamiento.

12.2.4 Una vez que se ha drenado el combustible, se cierra la conexión de drenaje. Esto evita que el combustible continúe drenando durante el resto del trabajo.

12.2.5 Retirar la caja de alojamiento del filtro, para hacer esto, se debe aflojar el tornillo que sujeta el alojamiento contra la parte superior del filtro. Al quitar la caja, se descubre el elemento del filtro y la empaquetadura.

12.2.6 Limpiar la superficie de asentamiento del empaque, si dicha superficie no está limpia, el empaque no sellará, por lo que se tendrá una alta probabilidad de fuga.

12.2.7 Instalar el elemento nuevo en el alojamiento, verificando que la altura sea la indicada para que al volver a colocarlo, ajuste en la superficie de contacto del empaque.

12.2.8 Comprobar que el empaque nuevo encaje en su sitio, alrededor de la parte superior del alojamiento e instalarlo.

12.2.9 Colocar la caja del alojamiento en la parte superior del filtro, instalar el tornillo de sujeción y apretarlo a no más de 1.5 kg-m (10 lb - f t).

12.2.10 Antes de arrancar o poner en marcha el motor, los filtros de combustible deben llenarse, para forzar el aire fuera del alojamiento del filtro y evitar problemas al arranque. Para lograr esto, se hace uso de la bomba de mano que generalmente se surte con el motor, hasta llenar los filtros. Tiene que comprobarse que el respiradero este abierto para permitir que el aire escape. Es mejor llenar un solo filtro a la vez para controlar el combustible.

El motor se debe arrancar cuando se ha concluido el trabajo, así se pueden identificar fugas u otros problemas.

Mantenimiento preventivo motores
de combustión interna

E.01.c.13

13. Reapretar tornillería exterior

13.1 Programa

M o t o r	Frecuencia (Horas)
Diesel 2 tiempos servicio continuo	300
Diesel 2 tiempos servicio de emergencia	250
Diesel 4 tiempos servicio continuo	300
Diesel 4 tiempos servicio de emergencia	250
Gasolina o gas	500

13.2 Descripción de actividades

13.2.1 Soportes de montaje.- Los motores de combustión interna generalmente se encuentran montados sobre soportes de un material flexible del tipo elastómero, o de algún otro que amortigüe las vibraciones producidas por el motor, sobre todo en los de diesel, por lo tanto, los tornillos de montaje se ven sujetos a fuertes vibraciones, haciendo necesario que se aprieten de acuerdo a las especificaciones de cada fabricante. Estos tornillos se encuentran en la parte inferior de los rieles de anclaje del motor.

13.2.2 Tapas de los levantaválvulas.- Los tornillos que sujetan las tapas se encuentran, generalmente en la ceja inferior de dicha tapa. Su par de apriete no es muy grande ya que la función de esta tapa es la de evitar escurrimientos de aceite al exterior por lo

que, se puede situar en un rango de 1.0 a 3.5 kg-m (7 a 25 lb-ft), de acuerdo a las especificaciones del motor de que se trate.

13.2.3 Tapa del cárter.- Las especificaciones para estos tornillos son las mismas que las del inciso anterior.

Mantenimiento preventivo motores
de combustión interna

E.01.c.14

14. Limpieza exterior del motor

14.1 Programa

M o t o r	Frecuencia (Horas)
Diesel 2 tiempos servicio continuo	300
Diesel 2 tiempos servicio de emergencia	300
Diesel 4 tiempos servicio continuo	300
Diesel 4 tiempos servicio de emergencia	300
Gasolina o gas	500

14.2 Descripción de actividades

La limpieza de los motores. Es conveniente que la limpieza de los motores se realicen con vapor de agua, para aprovechar la temperatura y la presión del mismo, para arrastrar y desincrustar el polvo y la suciedad que se adhieren junto con el aceite al motor.

Cuando se realice esta operación, hay que tener cuidado que las partes eléctricas de la máquina no se expongan demasiado tiempo al vapor ya que ninguna de ellas cuenta con juntas a prueba de goteo y en el caso de los alternadores, se encuentran abiertos al ambiente.

Si no es posible realizar la limpieza con vapor, se puede utilizar petróleo a presión, posteriormente se procede a lavar con agua a presión, teniendo la misma precaución anterior de no exponer los equipos eléctricos demasiado tiempo a la humedad.

En ambos casos, se debe sopletear todo el motor con aire a presión 1.5 a 2.1 kgf/cm² (20 a 30 psi), inmediatamente después del lavado para evitar daños al equipo eléctrico y que se produzcan escurrimientos de agua al cárter o a un ducto de retorno del combustible.

No es recomendable utilizar solventes de ninguna clase para esta limpieza, ya que puede dañar los componentes o provocar algún incendio al entrar en contacto con superficies calientes.

Mantenimiento preventivo motores

E.01.c.15

de combustión interna

15. Revisar y ajustar bandas

15.1 Programa

M o t o r	Frecuencia (Horas)
Diesel 2 tiempos servicio continuo	300
Diesel 2 tiempos servicio de emergencia	300
Diesel 4 tiempos servicio continuo	300
Diesel 4 tiempos servicio de emergencia	300
Gasolina o gas	500

15.2 Descripción de actividades

Con el motor apagado, retirar la cubierta que cubre la banda (si existe) y examinar con cuidado toda la circunferencia tanto interior como exterior de la banda para observar si no está roída o agrietada. Si la banda presenta demasiados daños de los antes mencionados o está muy desgastada, proceder a su cambio.

Revisar también la tensión de la banda, si la flexión de la misma rebasa el 10% de la longitud de la distancia entre ejes de las poleas más alejadas, proceder a tensar la banda para que entre en el parámetro anterior.

Para realizar la operación anterior, proceder a aflojar el perno que sujeta la polea tensora. Después, hacer palanca contra la polea hasta obtener la tensión adecuada en la banda y apretar el perno. Si la sustitución se hace necesaria, antes de tensar la banda aflojar completamente la polea tensora para retirar la banda usada y proceder a su sustitución. Posteriormente repetir los pasos anteriores para tensar correctamente la banda.

Mantenimiento preventivo motores de combustión interna

E.01.c.16

16. Lubricar bomba de agua y ventilador

16.1 Programa

M o t o r	Frecuencia (Horas)
Diesel 2 tiempos servicio continuo	600
Diesel 2 tiempos servicio de emergencia	500
Diesel 4 tiempos servicio continuo	600
Diesel 4 tiempos servicio de emergencia	500

Gasolina o gas	---
----------------	-----

16.2 Descripción de actividades

En algunos motores diesel, el eje de la bomba de agua se encuentra separado del cuerpo del monoblock, montado entre una o dos chumaceras y en estos casos, dicho eje no se lubrica con agua por lo que se hace necesario que se lubrique con grasa o aceite, según lo especifique el fabricante.

Las graseras se encuentran en la parte superior de la chumacera o de la bomba. Se utiliza una graseras a presión, tipo pistón para engrasar los bañeros, la grasa debe ser la recomendada por el fabricante de baleros sometidos a temperaturas de 80 a 120° C. Generalmente se inyecta 14 gr. (112 oz) en cada balero.

Es importante utilizar la cantidad apropiada de grasa que se inyecta a la bomba, de lo contrario parte de ésta grasa pasará al agua, ocasionando posibles obstrucciones en los ductos más pequeños de enfriamiento.

Los motores a diesel actuales de alta velocidad, están equipados con un ventilador de embrague centrífugo accionado por un termostato, evitando cargas muertas al motor, pero cuando el embrague libera al ventilador, éste gira en un balero que también es necesario lubricar. El método para llevar a cabo esta operación es similar al descrito en el párrafo anterior.

Mantenimiento preventivo motores de combustión interna	E.01.c.17
--	-----------

17. Cambiar agua al radiador

17.1 Programa

M o t o r	Frecuencia (Horas)
Diesel 2 tiempos servicio continuo	600
Diesel 2 tiempos servicio de emergencia	500
Diesel 4 tiempos servicio continuo	600
Diesel 4 tiempos servicio de emergencia	500
Gasolina o gas	1000

17.2 Descripción de actividades

Para cambiar el agua del radiador, se debe proceder a desconectar el precalentador si el motor lo tiene, y esperar que el radiador o los depósitos superiores se enfríen, abrir la llave de drenado y retirar el tapón de presión del radiador o cambiador de calor y dejar que drene el líquido refrigerante.

Posteriormente se procede a cerrar la llave de dren y se repone el agua hasta la mitad del tanque superior, para dejar suficiente espacio para la expansión del agua cuando ésta se caliente. Es conveniente agregar un líquido anticongelante con lo que se evitará la corrosión y que el agua se congele cuando el motor opere en climas demasiado fríos.

Mantenimiento preventivo motores de combustión interna
--

E.01.c.18

18. Revisar sincronización de inyectores

18.1 Programa

M o t o r	Frecuencia (Horas)
Diesel 2 tiempos servicio continuo	600
Diesel 2 tiempos servicio de emergencia	600
Diesel 4 tiempos servicio continuo	600
Diesel 4 tiempos servicio de emergencia	600
Gasolina o gas	1000

18.2 Descripción de actividades

Los inyectores de combustible, generalmente son accionados por la misma leva que acciona las válvulas. Aunque el concepto de la calibración es igual para las válvulas y los inyectores de combustible, la calibración se hace de manera diferente. En el caso del inyector, el balancín siempre toca el émbolo del inyector, generalmente la distancia entre la parte superior del émbolo y el cuerpo del inyector indica qué tanto movimiento del balancín se necesita para inyectar el combustible.

Hay diversos métodos que se pueden emplear para calibrar los inyectores. Uno de ellos consiste en utilizar una herramienta suministrada por el fabricante, esta herramienta está prefijada para el espacio libre correcto. Otros métodos incluyen la utilización de un micrómetro de profundidad y un indicador de cuadrante.

Cuando se utiliza la herramienta reguladora, el motor se debe preparar de acuerdo con las instrucciones técnicas del fabricante, generalmente hay que girar el motor hasta que las válvulas de escape estén completamente comprimidas y el balancín del inyector se localice en la parte superior de su carrera.

En los cuerpos de algunos inyectores, hay un pequeño orificio para introducir una herramienta especial. Cuando la herramienta se ha introducido, se tiene que girar de manera que el borde fresado de la herramienta pase sobre la superficie fresada del émbolo del inyector. Si la herramienta no pasa sobre el émbolo del inyector, la sincronización está retrasada, si hay un espacio grande significa que la sincronización está demasiado acelerada.

Generalmente los ajustes se realizan girando la varilla para meterla o sacarla del inyector para ajustar el espacio libre de sincronización.

Mantenimiento preventivo motores
de combustión interna

E.01.c.19

19. Calibrar válvulas

19.1 Programa

M o t o r	Frecuencia (Horas)
Diesel 2 tiempos servicio continuo	600
Diesel 2 tiempos servicio de emergencia	500
Diesel 4 tiempos servicio continuo	600
Diesel 4 tiempos servicio de emergencia	500
Gasolina o gas	---

19.2 Descripción de actividades

Para calibrar el espacio libre u holgura entre el balancín y la válvula, se tiene que encontrar en que punto del ciclo de funcionamiento es donde este espacio libre alcanza su máximo.

En la mayoría de los motores, se obtiene el espacio libre máximo cuando el inyector de combustible está totalmente comprimido. Para poner el motor en posición, se puede girar con una llave el cigüeñal para llevarlo hasta este punto. En motores muy grandes, generalmente se tienen aparatos especiales para este propósito.

Los procedimientos específicos para calibrar las válvulas varían, pero siempre se tiene que realizar lo siguiente:

19.2.1 Desmontar la tapa que cubre las válvulas y balancines (tapa de punterías).

19.2.2 Limpiar la cubierta de la válvula para impedir que entre suciedad al mecanismo de la misma.

19.2.3 Retirar la cubierta de la válvula, paralelamente a la cabeza del motor para evitar que se dañe, ya que una cubierta deformada puede ocasionar escape de aceite hacia los pistones.

19.2.4 Para medir el espacio libre entre balancín y válvula se utiliza un calibrador de laines. Si el espacio existente no concuerda con las especificaciones técnicas del fabricante se ajusta utilizando el tornillo que se encuentra en la válvula para este efecto.

Muchos fabricantes recomiendan el método de "pasa o no pasa". Cuando se hace esta prueba, se debe colocar una láina de un calibre de espesor al mínimo espacio libre.

Este calibre (el calibre de juego mínimo) debe pasar sin ninguna dificultad por el espacio. El calibre se ajusta al espacio máximo admisible, la lámina de este calibre no debe pasar por dicho espacio.

Mantenimiento preventivo motores
de combustión interna

E.01.c.20

20. Limpiar tanque de combustible

20.1 Programa

M o t o r	Frecuencia (Horas)
Diesel 2 tiempos servicio continuo	600
Diesel 2 tiempos servicio de emergencia	600
Diesel 4 tiempos servicio continuo	600
Diesel 4 tiempos servicio de emergencia	600
Gasolina o gas	1500

20.2 Descripción de actividades

Casi todos los tanques de combustible tienen esencialmente el mismo equipo, el cual incluye:

20.2.1 Conexión de toma, mediante la cual se le añade combustible al tanque.

20.2.2 Respiradero, mantiene la presión en el tanque igual a la presión del área circundante.

20.2.3 Indicador de nivel, marca la cantidad de combustible en el tanque.

20.2.4 Tubería de salida de combustible, que lleva al combustible desde el tanque hasta la bomba, esta tubería se extiende dentro del tanque para evitar que entre agua o suciedad.

20.2.5 Conexión de drenaje, permite que el combustible drene del tanque.

Antes de drenar el tanque, se tiene que revisar el nivel del combustible. También se debe observar la condición del indicador, porque puede ser necesario limpiarlo. Comprobar que la válvula de drenado esté cerrada y la tapa limpia.

Abrir la válvula y drenar un poco de combustible en un recipiente. A medida que el combustible está siendo drenado, se puede observar en que momento se está acumulando el combustible limpio. Si hay combustible limpio en la parte de arriba y una mezcla turbia de suciedad y agua en el fondo, significa que se ha drenado la mayor

parte de la suciedad y el agua. Si no lo hay, dejar que drene un poco hasta que solo salga diesel limpio.

Mantenimiento preventivo Motores de combustión interna

E.01.c.21

21. Verificar elementos de precalentador

21.1 Programa

M o t o r	Frecuencia (Horas)
Diesel 2 tiempos servicio continuo	---
Diesel 2 tiempos servicio de emergencia	500
Diesel 4 tiempos servicio continuo	---
Diesel 4 tiempos servicio de emergencia	500
Gasolina o gas	---

21.2 Descripción de actividades

Estos equipos se encuentran en motores diesel conectados a un servicio de emergencia, el precalentador cumple la función de mantener al motor a una temperatura cercana a la de operación, con la finalidad de que a la señal de arranque, el motor empiece a trabajar sin problemas. El precalentador funciona bajo el principio de termosifón para calentar el agua y la circulación de la misma a través de los conductores del monoblock.

El elemento calefactor es una resistencia, encapsulada en una arcilla refractaria y ésta a su vez contenida en un recipiente de latón o bronce, por lo que su mantenimiento se reduce a limpiar y apretar las terminales, para lo cual se procede a desconectar el precalentador de la línea de energía eléctrica (generalmente a 127 V) y revisar las terminales. Con el multímetro verificar la continuidad y la resistencia, para comparar con las especificaciones técnicas del fabricante, si ésta es menor al 30% del valor, existe la probabilidad de que falle, por lo que se recomienda sustituir el elemento.

Se deben limpiar las terminales del termostato utilizando el mismo procedimiento que en el inciso anterior.

Mantenimiento preventivo Motores de combustión interna

E.01.c.22

22. Verificar el funcionamiento del alternador y motor de arranque

22.1 Programa

M o t o r	Frecuencia (Horas)
-----------	-----------------------

Diesel 2 tiempos servicio continuo	600
Diesel 2 tiempos servicio de emergencia	600
Diesel 4 tiempos servicio continuo	600
Diesel 4 tiempos servicio de emergencia	600
Gasolina o gas	1500

22.2 Descripción de actividades.

22.2.1 Alternador.- Los alternadores se fabrican en varias capacidades, siendo las más usuales 35 y 55 amperes a 12 y 24 voltios, dependiendo la carga que se tenga conectada. Las operaciones de mantenimiento más frecuentes son:

22.2.1.1 Verificar el estado de las escobillas.- Proceder a retirar los cubre-polvos que se encuentran en la parte posterior de la coraza, en algunos motores están sujetos por dos pijas y otros entran a presión. Retirar el resorte que empuja al carbón hacia los anillos y extraer la escobilla, comprobar su estado y desgaste, si se hace necesario sustituirlas.

22.2.1.2 Revisar diodos.- El puente rectificador se forma de seis diodos; de éstos, tres son positivos y tres son negativos. Los diodos se prueban conectados el borne positivo del óhmetro al dado positivo del diodo y el negativo del óhmetro al negativo del diodo. En este sentido, debe registrarse continuidad. Al conectar inversamente debe registrar una resistencia por lo menos 100 veces mayor a la del lado contrario. Si se hace la prueba con una lámpara de prueba no mayor de 12 V, al hacer la conexión de un lado enciende y del otro no, si es que el diodo se encuentra en buenas condiciones.

22.2.1.3 Revisar devanados.- Para comprobar el rotor (campo inductor) se puede utilizar una lámpara serie no mayor de 12 V o un óhmetro y se prueba continuidad en la bobina o circuito abierto, conectando las terminales de prueba a los anillos rozantes. Si la bobina se encuentra en buen estado, la lámpara no enciende y el óhmetro no registra ninguna resistencia. Para probar si la bobina está en corto circuito, se debe tener la referencia del valor original de resistencia de la bobina y hacer comparaciones. Si el valor es más pequeño, el rotor está en corto.

Para determinar si el embobinado del rotor se va a tierra, con el mismo óhmetro o la lámpara serie, se conecta uno de los polos a uno de los anillos rozantes y el otro a la flecha o a las piezas polares. Si el rotor está conectado a tierra, habrá continuidad o la lámpara enciende. Si no hay falla a tierra, la lámpara no enciende y el óhmetro no registrará continuidad.

Para el estator (inducido), las pruebas que se efectúan, son las mismas que en el rotor, la diferencia es que, debe presentarse continuidad entre tres terminales y la referencia a tierra se toma del núcleo laminado.

22.2.1.4 Baleros.- Los baleros se localizan en las tapas del alternador, para revisarlos es necesario retirar los cuatro tornillos pasantes que las sujetan y acceder a los rodamientos, hay que tener cuidado de no dañar las escobillas ya que al retirar la tapa posterior se sueltan los carbones de los anillos de rozamiento. Limpiar perfectamente la

grasa, utilizando un solvente derivado del petróleo y revisar perfectamente los elementos del balero, si se encuentra dañado proceder a su cambio.

22.2.2 Motor de arranque.- Para arrancar un motor diesel debe darse vuelta al cigüeñal con algún medio externo, que comprima el aire de los cilindros a suficiente presión y temperatura, para que al inyectarse el combustible, la mezcla de éste con el aire se inflame y produzca un tiempo de potencia, para iniciar el movimiento del motor. Hay diferentes tipos de arranques; con motores eléctricos, neumáticos hidráulicos o con motores de gasolina, también se pueden arrancar inyectando aire comprimido a los cilindros, los más pequeños pueden arrancarse con un manubrio. Se describirá el mantenimiento preventivo de los arrancadores eléctricos, por ser los más empleados en los motores pequeños y medianos.

El más común de éstos es un motor eléctrico de corriente continua que se alimenta con 12 ó 24 voltios, gira hasta 1800 rpm máximo, para que el motor de combustión sea impulsado con una velocidad de 100 a 150 rpm.

22.2.2.1 Verificar el estado de las escobillas.- Las operaciones en este inciso son las mismas que para el alternador.

22.2.2.2 Revisar devanados.- Las operaciones en este inciso son las mismas que para el alternador.

22.2.2.3 Revisar bujes.- Al igual que los rodamientos los bujes se localizan en la tapa posterior del motor de arranque (tapa del colector) y en el frente se encuentra en el alojamiento del bendix (piñón). Se verifica el estado de las superficies de contacto, desgaste, fisuras, rayones, etc., para acceder a ellos es necesario desmontar el motor y retirar los dos tornillos que sujetan la tapa del colector, teniendo precaución con las escobillas que se encuentran sujetas a ella. Cuando se retire el buje del frente (que generalmente es el que sufre mayor desgaste), es necesario desacoplar el mecanismo del solenoide para retirar la tapa donde se encuentra el buje. Una vez substituidos éstos, se procede en forma inversa para su armado.

22.2.2.4 Verificar solenoide.- Aprovechando que se desarmó para la revisión de los bujes el solenoide, se revisa la continuidad y resistencia del embobinado utilizando el óhmetro o la lámpara serie. Se verifica el estado de la horquilla de acoplamiento y el estado del piñón, si se notan roturas o excesivo desgaste, se procede a sustituirlos.

Mantenimiento preventivo Motores de combustión interna

E.01.c.23

23. Lavar interior del cárter

23.1 Programa

M o t o r	Frecuencia (Horas)
-----------	-----------------------

Diesel 2 tiempos servicio continuo	1200
Diesel 2 tiempos servicio de emergencia	1000
Diesel 4 tiempos servicio continuo	1200
Diesel 4 tiempos servicio de emergencia	1000
Gasolina o gas	---

23.2 Descripción de actividades

Drenar el aceite inmediatamente después de un período de operación, procediendo a retirar el tapón de la base del cárter, cuando se haya vaciado todo el aceite, colocar nuevamente el tapón en su lugar. Una vez realizado ésto, se vacía combustible diesel al cárter y se espera de 15 a 20 minutos para que el diesel remueva los depósitos de suciedad y aceite quemado que se encuentran en las paredes de este depósito.

Se retira el tapón del cárter para drenar el combustible sucio y se procede a llenarlo con aceite limpio, de acuerdo a lo mencionado en E.01.c.8 en donde se indica el cambio de aceite y filtro del motor.

Mantenimiento preventivo Motores de combustión interna

E.01.c.24

24. Apretar tornillos de múltiples de admisión y escape

24.1 Programa

Las actividades de este párrafo coinciden con las del anterior.

24.2 Descripción de actividades

Dependiendo de la capacidad del motor, los múltiples se fijan con un número determinado de tornillos, que pueden ir de dos por puerto de admisión o escape en los motores pequeños, a 8 para los de diesel de 1500 a 2000 HP o más, para motor de gran tamaño. Estos tornillos se encuentran en la parte frontal de los múltiples, su par de apriete (torque) varía, dependiendo del diámetro y el material con el cual se fabricó el tornillo. En el múltiple de escape, el par de apriete siempre es mayor que en el de admisión.

Mantenimiento preventivo Motores de combustión interna

E.01.c.25

25. Verificar turbocompresor

25.1 Programa

M o t o r	Frecuencia (Horas)
Diesel 2 tiempos servicio continuo	---

Diesel 2 tiempos servicio de emergencia	---
Diesel 4 tiempos servicio continuo	1000
Diesel 4 tiempos servicio de emergencia	1200
Gasolina o gas	1500

25.2 Descripción de actividades

El turbocargador es un compresor de aire, que emplea para su funcionamiento, los gases del escape de los cilindros. Generalmente se utiliza en los motores de cuatro tiempos, ya que estos equipos no trabajan hasta que no existan gases del escape.

25.2.1 Lubricación.- Dado que la velocidad rotatoria del motor turboalimentador puede alcanzar hasta 30 000 rpm a revoluciones máximas del motor, a una temperatura en la caja del compresor hasta 175° C y de la turbina que varía de 350 a 650° C, se hace necesaria una gran cantidad de aceite lubricante para enfriar el turboalimentador, para que el eje flote sobre una película de aceite en sus cojinetes y evitar el desgaste de éstos. Por lo anterior es importante verificar que los ductos de lubricación del turbo se mantengan limpios, y si el equipo cuenta con un manómetro de presión, revisar que la presión de aceite se mantenga en lo indicado por el fabricante.

25.2.2 Limpieza de impulsores y difusores.- Se procede a desacoplar el turbo del tubo de escape (cada fabricante lo instala en diferente forma y lugar), y de la tubería del filtro de aire. Los impulsores se encuentran sujetos a una flecha común por medio de una cuña y una tuerca de seguridad en ambos extremos de la flecha. La limpieza se debe realizar utilizando un solvente derivado del petróleo, una brocha y si las incrustaciones de los difusores del lado del escape (que generalmente es la parte que más se ensucia) se encuentran firmemente adheridas, se puede utilizar algún desincrustante comercial y un cepillo de alambre para removerlas.

25.2.3 Verificar juego en los cojinetes.- Con el turboalimentador desmontado, se retiran las tuercas y seguros que sostienen los ventiladores y se procede a limpiar perfectamente los cojinetes y la flecha, después se verifica la tolerancia entre ellos, si ésta es mayor que la recomendada por el fabricante, se substituyen.

25.2.4 Revisar los ductos de alimentación y descarga de aceite.- Dependiendo del fabricante, se revisa visualmente que los barrenos por donde circula el aceite, se encuentren libres de suciedad y depósitos. Si hace falta, se puede introducir un alambre para desprender dichos depósitos.

22.2.5 Postenfriador (Intercooler).- la mayoría de los motores equipados con turboalimentador, cuentan con este accesorio para refrigerar el aire, ya que al comprimirse, éste eleva su temperatura, si es inyectado, la eficiencia del motor decrece, en virtud de que el aire caliente contiene menos oxígeno que el que se encuentra a temperatura ambiente.

El postenfriador utiliza el agua de enfriamiento del motor para reducir la temperatura del aire comprimido, por lo que se revisarán las conexiones, ya sean del tipo manguera o

en tubería rígida. Si se observa alguna fuga, se procederá a repararla, ya sea apretando la conexión, cambiando el empaque o sustituyendo la pieza defectuosa.

Mantenimiento preventivo
Motores de combustión interna

E.01.c.26

26. Revisión general del motor

26.1 Programa

M o t o r	Frecuencia (Horas)
Diesel 2 tiempos servicio continuo	3200
Diesel 2 tiempos servicio de emergencia	3000
Diesel 4 tiempos servicio continuo	3200
Diesel 4 tiempos servicio de emergencia	3000
Gasolina o gas	3500

26.2 Descripción de actividades

Al llegar a este período, deben examinarse:

26.2.1 Cojinetes de bielas y cigüeñal.- Se revisarán visualmente si existen rayones, desgaste (generalmente se producen en el centro del metal) o roturas, así como alteración del color, lo que indicará si el metal a sido expuesto a temperaturas altas. Si presenta algunos de estos defectos, se debe proceder a su cambio.

26.2.2 Muñones de cigüeñal.- Inspeccionar visualmente 1a superficie del muñón, para ver si tiene rayones. Medir desgaste, para lo cual se emplea un micrómetro y comparar con los parámetros técnicos del fabricante. Si este desgaste es mayor a éstos, se rectifica en 10, 20, 30 ó 40 milésimas de pulgada (0.250, 0.500, 0.750 ó 1.0 mm). Utilizando el mismo micrómetro se procede a observar la circunferencia del muñón y con el mismo criterio anterior, se debe proceder a rectificar, si se sale de la tolerancia permisible.

26.2.3 Árbol de levas.- Inspeccionar visualmente la superficie de las levas y de los rodamientos del árbol, si presentan alguna imperfección, debe rectificarse si todavía es posible esto, de lo contrario, proceder a su cambio.

26.2.4 Cabezas.- Revisar con algún equipo de rayos ultravioleta para verificar si no existen grietas en la cabeza, que pudieran ocasionar una falla. Inspeccionar los asientos de las válvulas y ver si existe alguno desprendido o destruido o demasiado dañado por el uso. Asimismo, verificar las guías sobre las cuales se deslizan las válvulas, para lo cual se introduce la válvula y se intenta mover perpendicularmente a su eje; si este juego es excesivo se debe proceder a sustituirlo.

También debe revisarse el estado o condición de desgaste en que se encuentran las válvulas el asiento y la guía. En la mayoría de los casos, lo más procedente es rectificar asiento y válvula antes de volver a armar la cabeza.

26.2.5 Pistones.- Verificar su estado físico para observar si presenta daños, como son rotura de una de las cejas, perforaciones, juego en el perno de la biela o daños en los faldones. También deben revisarse los anillos para determinar si se pegaron o si están rotos, lo que se debe indicar en los dos casos falta de lubricación. Si se presenta alguna de estas fallas, su reemplazo se hará necesario. No se deben utilizar nuevamente los anillos usados a pesar de que no presenten fallas.

26.2.6 Camisas.- Revisar la superficie para determinar si existen daños como rayado, ceja, fisuras dentro de él o bien, si se ha deformado o desgastado, para lo cual se hará necesario la utilización de un micrómetro de interiores y girarlo para observar si hay variaciones en el diámetro del cilindro o determinar el desgaste del mismo. Si se presenta alguna de estas fallas proceder a su cambio.

26.2.7 Bomba de combustible.- La verificación de este equipo se debe realizar en un laboratorio especializado, para determinar el gasto que está entregando y calibrarla a lo especificado por el fabricante. Asimismo, deben sustituirse las piezas que sean necesarias, para su funcionamiento óptimo.

26.2.8 Inyectores.- Proceder en forma similar el párrafo anterior.

26.2.9 Enfriador del aceite.- Verificar si no existen tubos picados o si los intercambiadores de calor no se han dañado, revisar las conexiones visualmente para determinar el estado de ellas y proceder a su cambio si así lo amerita.

Si el rendimiento del motor es aún aceptable y las piezas antes citadas no acusan mucho desgaste, este podrá ponerse nuevamente en servicio después de efectuarse arreglos parciales. En caso contrario, debe someterse a una reparación general.

E.02 Mantenimiento correctivo.- Para facilitar la operación de mantenimiento correctivo y dado que cada problema puede ser motivado por una o varias causas, en este inciso, se indicará la aprobable falla, la o las causas que pudieran ocasionarla y las medidas correctivas en cada caso. Cabe señalar que algunas de las acciones del mantenimiento correctivo ya fueron mencionadas en el preventivo, pero dado que son fallas fuera del programa del preventivo, éstas tienen que ser las mismas que las manejadas en este programa.

a. Baja velocidad de arranque:

1. Carga del acumulador baja:

1.1 Ocasionado por falla de operación del motor, ya que el alternador no ha trabajado lo suficiente para recargar el acumulador. Esto se resuelve programando la operación del motor por lo menos una vez a la semana, durante una hora por lo menos. Además de corregir lo anterior, se utiliza para observar y corregir otras fallas.

Esta falla es muy común en los motores que se encuentran acoplados a una planta generadora de energía eléctrica del tipo emergencia.

1.2 El sostenedor de carga (si existe) defectuoso o desconectado. Proceder a revisar el sostenedor o a conectar si éste fuera el caso.

1.3 Batería defectuosa o gastada. En ambos casos, se debe proceder a la sustitución de la misma.

2. Conexiones eléctricas defectuosas.- Se verificarán las terminales de la batería, las del alternador y las del motor de arranque, buscando que alguna de ellas se encuentre floja o el cable que las alimenta este trozado.

3. Motor de arranque defectuoso.- Proceder a desmontar el motor de arranque y revisar los carbones, el embobinado, el bendix y por último verificar el estado de los baleros. Si alguna de estas piezas resulta defectuosa debe ser sustituida.

4. Aceite lubricante de grado incorrecto.- Cambiar el aceite por el del grado recomendado por el fabricante.

b. El motor no arranca:

1. Tanque de combustible vacío.- Proveer de combustible el tanque de alimentación.
2. Tubería de alimentación de combustible bloqueada.- Desacoplar la tubería que va del tanque a la bomba, en sus dos extremos, sopletear con aire comprimido hasta que el tapón salga, si esto no sucede, introducir un alambre acerado para destruir el bloqueo, o reemplazarlo por uno nuevo.
3. Falla en la bomba de alimentación de combustible. Desmontar la bomba y sustituirla por una nueva. Existen en el mercado repuestos para dichas bombas, que resultan más económicos que la adquisición de la bomba, pero los resultados son muy dudosos en cuanto a la confiabilidad del mismo.
4. Filtros de combustible obstruidos.- Proceder a su sustitución.
5. Restricción en el filtro de aire.- Retirar el elemento del filtro y limpiarlo, si no funciona, proceder a su cambio.
6. Aire en el sistema de combustible.- Para extraer el aire del sistema, se afloja el tornillo del respiradero de aire, localizado en la parte superior del filtro de combustible y se obliga al combustible a circular por la tubería, utilizando la bomba manual del motor hasta que se expulse el aire. Una vez ejecutado esto, se procede a apretar el tornillo.

7. Falla la bomba de inyección de combustible.- Se desmonta la bomba del motor y se envía para su reparación a un laboratorio especializado, con el diagnóstico se toma la decisión de reparar o comprar una nueva.
8. Válvulas mal calibradas o trabadas.- Desmontar, la tapa de punterías y proceder de acuerdo con lo expuesto en el párrafo E.01.c.19. del programa de mantenimiento preventivo.
9. Asientos y válvulas picadas.- Desmontar las tapas de punterías, después aflojar los tornillos que sujetan la cabeza para retirarla del motor, desarmar las válvulas para verifica el estado de los asientos y de la misma válvula, si no ha sido muy grave el daño proceder a asentar estas piezas con la pasta especial que existe para ello. Si no es así, mandar a rectificar; o en su defecto, substituir las partes que ya no aceptan la rectificación. Para armar, proceder en forma inversa.
10. Obstrucción del tubo de escape.- Para la corrección de esta falla revisar la tubería de escape para comprobar que no exista ningún objeto que este obstruyendo la salida de los gases de escape. Algunas veces el silenciador empieza a deteriorarse por la parte interior y resulta complicado detectar la falla, por lo que hay que prestar especial cuidado cuando se revise este equipo del motor. (fig. 2)
11. Pérdida de presión por la junta de la cabeza.- La reparación de este problema se resuelve siguiendo las instrucciones del párrafo E.02.b.9, hasta el desmonte de la cabeza, con lo cual queda al descubierto la junta. Se procede a cambiarla y es importante que una vez que el motor ha sido armado, se cambie el aceite del cárter y los filtros del lubricante, ya que al desarmar la cabeza pudo haberse contaminado con agua. Asimismo, se debe cambiar el agua del sistema de enfriamiento, ya que ésta podría estar contaminada con aceite.
12. Motor demasiado frío.- Esto es ocasionado por una falla en el precalentador el cual no está operando, revisar si alguno de sus elementos no esta funcionando y corregir o sustituir la pieza según sea el caso.
13. Anillos de pistón rotos, pegados o desgastados.- Detectada esta falla, se debe realizar una revisión general del motor, de acuerdo a lo expuesto en el párrafo E.01.c.25, del programa de mantenimiento preventivo, ya que pueden existir daños en otras piezas del motor, por lo general en esta falla se concluye en un ajuste general del motor.

c. Consumo excesivo de combustible:

1. Restricción en la admisión de aire.- Proceder de acuerdo al párrafo E.02.b.5.

2. Falla en la bomba de combustible.- Proceder de acuerdo al párrafo E.02.b.7.
3. Grado o tipo de combustible incorrecto.- Verificar el tipo de combustible para el cual fue diseñado el motor. Esto es muy común para motores de bajas revoluciones, ya que éstos pueden consumir combustóleo, diesel pesado o casi cualquier tipo de aceite, investigar para que tipo de combustible fue diseñado el motor, recomendando su uso.
4. Obstrucción en el tubo de escape.- Proceder de acuerdo al párrafo E.02.b.10.
5. Pérdida de presión por la junta de cabeza.- Proceder de acuerdo al párrafo E.02.b.11.
6. Motor demasiado frío.- Proceder de acuerdo al párrafo E.02.b.13.

7. Válvulas mal calibradas o trabadas.- Proceder de acuerdo al párrafo E.02.b.8.
 8. Asientos y válvulas picadas.- Proceder de acuerdo al párrafo E.02.b.9.
 9. Anillos de pistón rotos, pegados o desgastados.- Proceder de acuerdo al párrafo E.02.b.14.
- d. Humo negro en el escape.- las causas de esta falla son las mismas que las del subinciso anterior, por lo que se deben utilizar para la reparación las mismas indicaciones que en dicho subinciso se describen.
- e. Humo azul/blanco en el escape.- Las causas de esta falla son las mismas que las del subinciso anterior, más las que a continuación se enlistan:
1. Aceite lubricante de grado incorrecto.- Proceder de acuerdo al párrafo E.02.a.4.
 2. Sobrellenado de aceite en el filtro de aceite.- Desacoplar el filtro de aceite y retirar el exceso hasta la marca que trae en el interior
 3. Deflectores de aceite del vástago de la válvula dañados.- Desmontar la cabeza, desarmar las válvulas y proceder al cambio de todos los que tenga el motor, antes de que fallen uno a uno. El diseño de estas piezas les permite trabajar por lo menos 3,600 horas, pero pueden llegar a fallar antes de cumplir con el tiempo de diseño.
- f. Baja presión de aceite:
1. Aceite lubricante de grado incorrecto.- Proceder de acuerdo al párrafo E.02.a.4.
 2. Metales desgastados o dañados.- Desmontar el cárter y desensamblar las bielas, soltando los dos tornillos que tiene cada una de ellas, teniendo cuidado de observar la colocación de los números que identifican a cada una. Comprobar la excentricidad de los muñones del cigüeñal y el estado de ellos, si se encuentran en buen estado proceder al cambio de los metales y armar las bielas, respetando las indicaciones del fabricante para el apriete de los tornillos, la tolerancia entre metal y muñón. Si esto no sucede, se debe efectuar revisión general del motor, para decidir si procede el ajuste o se ejecutan reparaciones parciales.
 3. Bomba de aceite en mal estado.- Desmontar el cárter, retirar la bomba, que normalmente se sujeta con dos o tres tornillos y proceder a su sustitución.
 4. Filtros de aceite obstruidos.- Efectuar cambio de los filtros.

5. Cantidad de aceite insuficiente en el cárter.- Reponer el faltante hasta alcanzar la marca de lleno en la bayoneta de medición del cárter.

g. Sobrecalentamiento:

1. Restricción en la admisión de aire.- Proceder de acuerdo al párrafo E.02.b.5.
2. Falla en la bomba de combustible.- Proceder de acuerdo al párrafo E.02.b.7.
3. Restricción en el tubo de escape.- Proceder de acuerdo al párrafo E.02.b.10.
4. Pérdida de presión por la junta de cabeza.- Proceder de acuerdo al párrafo E.02.b.11.
5. Fallas en el termostato.- El termostato, generalmente se localiza en la parte superior del motor, al frente, en la línea de descarga del sistema al radiador. Para desmontar retirar los dos tornillos que sujetan la cubierta y retirar el termostato usado. Al introducir la póliza nueva tener la precaución de colocarla en el sentido que marca; de lo contrario continuará el sobrecalentamiento, ya que no fluirá el agua.
6. Banda de ventilador floja.- Proceder de acuerdo a lo especificado en el párrafo E.01.c.15 del programa de mantenimiento preventivo.
7. Radiador obstruido.- Retirar el radiador del motor y enviarlo a una empresa especialista en este tipo de reparaciones, para que lo desincruste, substituya tapas o el mismo panel de acuerdo a la magnitud del daño que presente el equipo.
8. Fallas en la bomba de agua.- las fallas más comunes que presenta la bomba son: fugas por el retén delantero, rotura del impulsor o flecha y daño a la coraza de la propia bomba. En cualquiera de los casos proceder a la substitución de la bomba por una nueva. En el mercado se pueden encontrar bombas reconstruidas pero dada la poca calidad con la cual trabajan estas empresas no se recomienda su uso, salvo el caso de que no se pueda adquirir el equipo nuevo; como sería el caso de motores discontinuados o muy antiguos.
9. Nivel de agua demasiado bajo.- Llenar hasta la mitad del tanque superior del radiador, o hasta el segundo tercio del tanque de almacenamiento, cuando el motor posea este equipo.

h. Baja compresión:

1. Restricción en la admisión de aire.- Proceder de acuerdo al párrafo E.02.b.5.
2. Válvulas mal calibradas o trabadas.- Proceder de acuerdo al párrafo E.02.b.8.
3. Asientos y válvulas picadas.- Proceder de acuerdo al párrafo E.02.b.9.
4. Pérdida de presión por la junta de cabeza.- Proceder de acuerdo al párrafo E.02.b.11.
5. Anillos de pistón rotos, pegados o desgastados.- Proceder de acuerdo al párrafo E.02.b.14.
6. Resorte de válvula roto .- Proceder de acuerdo al párrafo E.02.b.9, pero sólo se desarma la válvula en la cual se detectó el resorte roto, cambiar dicho resorte, para armar y proceder a la inversa.

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

F.01. () Mantenimiento preventivo al sistema de lubricación, consistente en cambio de aceite y filtros, revisión de la presión del mismo y verificación del nivel de aceite en el gobernador hidráulico. El costo directo incluye: e1 aceite del tipo adecuado para el motor de que se trate, fluido hidráulico, filtros, empaques y todos los materiales de menor consumo necesarios para la ejecución del trabajo; la mano de obra para el vaciado y llenado del cárter hasta el nivel correcto en la varilla de medición, desmontar y montar filtros y empaques, revisión del gobernador y nivelar el líquido hidráulico hasta el nivel requerido, limpieza exterior de los equipos que como resultado del servicio se ensuciaron y el retiro y colocación de los residuos sólidos y líquidos, hasta el lugar que el Gobierno del Distrito Federal destine para este efecto; el equipo y herramienta requeridos para la correcta realización del trabajo.

La unidad de medida será la pieza y se evaluará de acuerdo a la capacidad del motor y a la dificultad que presenta para el acceso de las piezas a sustituir.

Para cuantificar, se contarán las piezas revisadas en el sitio de los trabajos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

- | | | |
|-----|--|--------|
| () | Cambio de aceite y filtros, revisión de presión del mismo y nivel del gobernador hidráulico del motor, según tamaño y características. | \$/pza |
|-----|--|--------|

F.02. () Mantenimiento preventivo al sistema de inyección de aire (turboalimentador) consistente en medir la presión de inyección del aire, diagnosticar la operación y limpieza del mismo. El costo directo incluye: las refacciones que resulten necesarias después del diagnóstico, y todos los materiales de menor consumo necesarios para la ejecución del trabajo; la mano de obra para la realización y valuación de las pruebas, desmontar y montar el turbo (si se hace necesario), limpieza de los equipos que resultaran sucios después de las pruebas; el equipo, herramienta e instrumentos requeridos para la correcta realización del trabajo.

La unidad de medida será la pieza y se evaluará de acuerdo a la capacidad del motor y a la dificultad que presenta para el acceso de las piezas a sustituir.

Para cuantificar, se contarán las piezas revisadas y reparadas en el sitio de los trabajos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

- | | | |
|-----|--|--------|
| () | Verificación del turboalimentador del motor,
según tamaño y características del mismo | \$/pza |
|-----|--|--------|

F.03. () Mantenimiento preventivo a los inyectores de combustible, consistente en limpieza y calibración de inyectores. El costo directo incluye: las refacciones para la calibración así como los solventes para realizar la limpieza y todos los materiales de menor consumo necesarios para la ejecución del trabajo; la mano de obra para efectuar la limpieza y calibración de los inyectores; el equipo, herramienta e instrumentos requeridos para la correcta realización del trabajo.

La unidad de medida será la pieza y se evaluará de acuerdo a la capacidad del motor y a la dificultad que presenta para el acceso de las piezas a calibrar.

Para cuantificar, se contarán las piezas revisadas y reparadas en el sitio de los trabajos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

- () Calibración y limpieza de inyector, según tamaño

y características del motor

\$/pza

F. 04. () Mantenimiento preventivo a las válvulas, consistente en calibración de las válvulas de admisión (si existen) y escape. El costo directo incluye: las refacciones para la calibración, así como las juntas de las cabezas y tornillos que puedan resultar dañados durante el proceso de desarmar y todos los materiales de menor consumo necesarios para la ejecución del trabajo; la mano de obra para efectuar la calibración, desmontar y armar las tapas de punterías; y pruebas; el equipo, herramienta e instrumentos requeridos para la correcta realización del trabajo.

La unidad de medida será la pieza y se evaluará de acuerdo a la capacidad del motor y a la dificultad que presenta para el acceso de las piezas a calibrar.

Para cuantificar, se contarán las piezas revisadas y reparadas en el sitio de los trabajos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Calibración de válvulas, según tamaño y características del motor.

\$/pza

F.05. () Mantenimiento preventivo al alternador y motor de arranque, consistente en verificar el funcionamiento del alternador y motor de arranque.- El costo directo incluye: Las refacciones para revisar el régimen de carga, las escobillas, diodos, devanados, rotores, cojinetes y flecha, así como escobillas, devanados, rotor, colector, bendix, solenoide, cojinetes y flecha del motor de arranque, la tornillería que pudiera resultar dañada durante el proceso de desarmar y armar y todos los materiales de menor consumo necesarios para la ejecución del trabajo; la mano de obra para efectuar la revisión y la sustitución (si fuera necesario) de las partes antes mencionadas y pruebas; el equipo, herramienta e instrumentos requeridos para la correcta realización del trabajo.

La unidad de medida será la pieza y se evaluará de acuerdo a la capacidad del motor y a la dificultad que presenta para el acceso de las piezas a calibrar.

Para cuantificar, se contarán las piezas revisadas y reparadas en el sitio de los trabajos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Verificar el funcionamiento del alternador y del motor de arranque, según tamaño y características del motor. \$/pza

F.06. () Mantenimiento preventivo al sistema de inyección de aire, consistente en revisar turbocompresor.- El costo directo incluye: las refacciones que sean necesarias después de valorar el estado del turbo, la tornillería que pudiera resultar dañada durante el proceso de desarmar y armar y todos los materiales de menor consumo para la ejecución del trabajo; la mano de obra para revisar los conductos de alimentación y descarga del aceite, limpiar los impulsores y difusores, el juego en los cojinetes la flecha y el postenfriador y pruebas; el equipo, herramienta e instrumentos requeridos para la correcta realización del trabajo.

La unidad de medida será la pieza y se evaluará de acuerdo a la capacidad del motor y a la dificultad que presenta para el acceso de las piezas a desarmar.

Para cuantificar, se contarán las piezas revisadas y reparadas en el sitio de los trabajos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Verificar turbocompresor, según tamaño y características del motor. \$/pza

F. 07. () Mantenimiento preventivo al motor diesel, consistente en revisión general del motor.- El costo directo incluye: juego de juntas, sellador, tornillería que pudiera resultar dañada durante el proceso de desarmar y armar; las refacciones necesarias después de la revisión deben ser autorizadas por el Gobierno del Distrito Federal, (lo anterior en virtud de que los costos son muy altos y variables de acuerdo al tamaño del motor) y todos los materiales de consumo menor para la ejecución del trabajo; la mano de obra para la revisión de bielas, cojinetes, muñones de cigüeñal árbol de levas, cabezas, pistones, camisas, bomba de combustible, inyector y enfriador de aceite, así como armar y desarmar el motor y pruebas; las herramientas, equipos, e instrumentos requeridos para la correcta realización del trabajo.

La unidad de medida será la pieza y se evaluará de acuerdo a la capacidad del motor.

Para cuantificar, se contarán las piezas revisadas y reparadas en el sitio de los trabajos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Residencia de Obra a través de la Supervisión.

CONCEPTO ESPECÍFICO

()	Revisión general del motor diesel, según tamaño y características del mismo.	\$/pza
-----	--	--------

F.08. () Mantenimiento correctivo al alternador, consistente en la revisión general del alternador para determinar con precisión la falla.- El costo directo incluye: los materiales que resulten dañados como pueden ser los diodos, el estator, el rotor los rodamientos, regulador de tensión, las escobillas o la placa portaescobillas, y todos los materiales de consumo menor necesarios para la ejecución del trabajo; la mano de obra para desmontar y montar el alternador, desarmar y armar, pruebas del mismo, sustitución de las piezas dañadas y prueba del régimen de carga con el alternador instalado; las herramientas, equipos e instrumentos para la correcta realización del trabajo.

La unidad de medida será la pieza y se evaluará de acuerdo a la capacidad del motor y a la dificultad que presenta para acceder a las piezas a reparar.

Para cuantificar, se contarán las piezas revisadas y reparadas en el sitio de los trabajos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

()	Reparación de alternador, según tamaño y características del motor.	\$/pza
-----	---	--------

F.09. () Mantenimiento correctivo al motor de arranque, consistente en la revisión general del motor de arranque, para determinar con precisión la falla.- El costo directo incluye: carbones, armadura, colector, embobinado del estator, bujes, bendix, solenoide y todos los materiales de menor consumo necesarios para la ejecución del trabajo, así como la tornillería que resulte dañada durante el proceso de armar y desarmar la marcha; la mano de obra para el desmontaje y montaje, pruebas para determinar la falla, sustitución de las piezas dañadas y pruebas con el equipo instalado; las herramientas, equipos e instrumentos necesarios para la correcta realización del trabajo.

La unidad de medida será la pieza y se evaluará de acuerdo a la capacidad del motor y a la dificultad que presenta para acceder a las piezas a reparar.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

()	Reparación del motor de arranque, según tamaño y características del motor.	\$/pza
-----	---	--------

La unidad de medida será la pieza y se evaluará de acuerdo a la capacidad del motor y a la dificultad que presenta para acceder a las piezas a reparar.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

()	Sustitución de bomba de combustible y revisión de filtros, según tamaño y características del motor	\$/pza
-----	---	--------

Vigente a partir del 01 de octubre de 2000

La unidad de medición será la pieza y se evaluará de acuerdo a la capacidad del motor y a la dificultad que presenta para acceder a las piezas a reparar.

Para cuantificar, se contarán las piezas revisadas y reparadas en el sitio de los trabajos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Sustitución de inyectores de combustible y revisión de filtros, según tamaño y características del motor. \$/pza

F.12. () Mantenimiento correctivo a la junta de cabeza, consistente en cambio de junta.- El costo directo incluye: las juntas de la cabeza y tapas de punterías, sellador, aceite y todos los materiales de menor consumo necesarios para la ejecución del trabajo, así como la tornillería que resulte dañada durante el proceso de armar y desarmar la cabeza; la mano de obra para desmontar y montar la cabeza, limpiar los asientos de la junta, verificar planeo de la cabeza, revisar ceja en los cilindros, verificar el estado de las válvulas y asientos y proceder a su cambio si es necesario, (si se requiere otra reparación diferente, se definirá de acuerdo a lo indicado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión) y las pruebas necesarias las herramientas, equipos e instrumentos necesarios para la correcta realización del trabajo.

La unidad de medida será la pieza y se evaluará de acuerdo a la capacidad del motor y a la dificultad que presenta para acceder a las piezas a reparar.

Para cuantificar, se contarán las piezas revisadas y reparadas en el sitio de los trabajos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Sustitución de junta de cabeza, limpieza de los asientos de la junta, revisión de las cejas de los cilindros y verificar el estado de las válvulas, según tamaño y características del motor. \$/pza

F.13. () Mantenimiento correctivo a las válvulas. Calibración de válvulas.- El costo directo incluye: las juntas de las tapas de punterías y todos los materiales de menor consumo necesarios para la ejecución del trabajo, así como la tornillería que resulte dañada durante el proceso de armar y desarmar la cabeza; la mano de obra para desmontar y montar tapas de punterías, calibración de las válvulas y pruebas; las herramientas, equipos e instrumentos necesarios para la correcta realización del trabajo.

La unidad de medida será la pieza y se evaluará de acuerdo a la capacidad del motor y a la dificultad que presenta para acceder a las piezas a reparar.

Para cuantificar, se contarán las piezas revisadas y reparadas en el sitio de los trabajos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Calibración de válvulas, según tamaño
y características del motor. \$/pza

F.14. () Mantenimiento correctivo a las válvulas, consistente en cambio de válvulas.- El costo directo incluye: juntas de cabeza y punterías, válvulas asientos, resortes, guías, deflectores de aceite, aceite lubricante para el motor, filtros de aceite y todos los materiales de menor consumo necesarios para la ejecución del trabajo, así como la tornillería que resulte dañada durante el proceso de armar y desarmar la cabeza; la mano de obra para desmontar y montar la cabeza, desarmar y armar las válvulas, revisar el estado de ellas, sustitución, cambio de asientos y guías y el traslado de las cabezas de la planta al taller y viceversa y las pruebas; las herramientas, equipos e instrumentos necesarios para la correcta realización del trabajo.

La unidad de medida será la pieza y se evaluará de acuerdo a la capacidad del motor y a la dificultad que presenta para acceder a las piezas a reparar.

Para cuantificar, se contarán las piezas revisadas y reparadas en el sitio de los trabajos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Cambio de válvulas, juntas de cabeza y punterías
según tamaño y características del motor \$/pza

F.15. () Mantenimiento correctivo al radiador, consistente en reparación general del radiador.- El costo directo incluye: tanques superior e inferior, panel, tapón de presión y pintura, de acuerdo al estado que guarden estas partes deber ser substituidas y todos los materiales de menor consumo necesarios para la ejecución del trabajo, así como la tornillería que resulte dañada durante el proceso de armar y desarmar el radiador; la mano de obra para montar y desmontar el radiador, para sustituir las piezas dañadas y el del mismo de la planta al taller y viceversa y pruebas; las herramientas, equipos e instrumentos necesarios para la correcta realización del trabajo.

La unidad de medida será la pieza y se evaluará de acuerdo a la capacidad del motor.

Para cuantificar, se contarán las piezas revisadas y reparadas en el sitio de los trabajos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Reparación general de radiador, según tamaño
y características del motor \$/pza

F.16. () Mantenimiento correctivo a la bomba de agua, consistente en cambio de bomba.- El costo directo incluye: bomba de agua, juntas, termostato y todos los materiales de menor consumo necesarios para la ejecución del trabajo, así como la tornillería que resulte dañada durante el proceso de armar y desarmar la bomba; la mano de obra para montar y desmontar la bomba y termostato así como verificar que no existan fugas de agua en los demás elementos del sistema de refrigeración y pruebas; las herramientas y equipos necesarios para la correcta realización del trabajo.

La unidad de medida será la pieza y se evaluará de acuerdo a la capacidad del motor.

Para cuantificar, se contarán las piezas revisadas y reparadas en el sitio de los trabajos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Cambio de bomba de agua, según tamaño
y características del motor. \$/pza

F.17. () Mantenimiento correctivo al sistema de lubricación, consistente en cambio de aceite y filtros.- El costo directo incluye: aceite lubricante del tipo y cantidad recomendado por el fabricante, filtros de aceite y todos los materiales de menor

consumo necesarios para la ejecución del trabajo, así como la tornillería que resulte dañada durante el proceso del cambio de aceite; la mano de obra para drenar el aceite del cárter, cambiar los elementos del filtro, verificar que no existan fugas en el sistema de lubricación y pruebas, limpiar con vapor de agua el exterior del motor y el retiro y colocación de los desechos líquidos, hasta el lugar que el Gobierno del Distrito Federal destine para ello; las herramientas y equipos necesarios para la correcta realización del trabajo.

La unidad de medida será la pieza y se evaluará de acuerdo a la capacidad del motor.

Para cuantificar, se contarán las piezas revisadas y reparadas en el sitio de los trabajos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

()	Cambio de aceite, filtros y servicio de limpieza exterior, según tamaño y características del motor.	\$/pza
------------	--	--------

F.18. () Mantenimiento correctivo al motor, consistente en ajuste general del motor.- El costo directo incluye: juego de juntas, pistones, pernos, cilindros, bielas, anillos, válvulas, asientos, guías, deflectores de válvulas, metales de biela y cigüeñal, engranes y cadena de distribución, balancines, levantaválvulas, bomba de aceite, bomba de agua, bomba de combustible, filtros de aceite, filtros de combustible, también puede incluir árbol de levas, cigüeñal, dependiendo del estado en que se encuentren y todos los materiales de menor consumo necesarios para la ejecución del trabajo, así como la tornillería que resulte dañada durante el proceso de desmotar y armar el motor; la mano de obra para el traslado del motor de la planta al taller y viceversa, armado y desarmado de las piezas, la rectificación del árbol de levas, cigüeñal, cilindros (si es todavía posible), bielas, cabeza, asientos, válvulas, la verificación en el laboratorio de la bomba de inyección e inyectores y las pruebas del motor con su carga de trabajo; las herramientas, equipos, instrumentos y laboratorio necesarios para la correcta realización del trabajo.

La unidad de medida será la pieza y se evaluará de acuerdo a la capacidad del motor.

Para cuantificar, se contarán las piezas revisadas y reparadas en el sitio de los trabajos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Ajuste general de motor, según tamaño
y características del motor. \$/pza

LIBRO	8	CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE OBRAS Y EQUIPOS
PARTE	02	OBRAS ELECTROMECÁNICAS
SECCIÓN	02	MECÁNICA
CAPÍTULO	008	CALDERAS

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN.

A.01. Recipiente cerrado, de características definidas, en el cual, mediante calor producido por combustión, el agua contenida en su interior es transformada en vapor.

A.02. De acuerdo con el proceso de construcción y las necesidades de suministro de vapor, las calderas se clasifican según:

a. La circulación dentro de los tubos de flujo:

1. Calderas de tubos de humo (igneotubulares).- Los gases producto de la combustión circulan por dentro de los tubos y el agua se encuentra rodeándolos. Pueden ser verticales, de retorno y locomotoras.

2. Calderas de tubos de agua (acuotubulares).- Son aquellas en cuyos tubos, el agua circula por dentro y el fuego o gases de la combustión los rodea por el exterior. Pueden ser calderas de tubos de agua rectos y calderas de tubos de agua curvos.

b. El servicio a que están destinadas:

1. Estacionarias.- Son las calderas, que se instalan en un lugar determinado, de acuerdo con una autorización de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI) y del Gobierno del Distrito Federal. Su diseño y presión de trabajo deben ser los apropiados para las necesidades de servicio; podrán ser de tubos de humo o tubos de agua.

2. Marinas.- Son calderas, de tubos de humo o tubos de agua. Están construidas especialmente, de acuerdo con las necesidades y requisitos de transportes marinos.

3. Locomotoras.- Todas estas calderas, son de tubos de humo; su diseño es para producir energía y una gran cantidad de vapor, a presión alta se construyen para trabajo pesado y severo, aún cuando por su diseño, se permita emplearlas también, en un servicio estacionario.

A.03. Para la mejor interpretación de esta norma, a continuación se definen las partes principales de una caldera en orden de importancia.

a. Cuerpo de la caldera.- Esta formado por diversas partes metálicas que unidas entre sí forman un recipiente hermético para el agua y el vapor producido. Tienen formas diferentes y características especiales, según el tipo y el servicio a que están destinadas. En el cuerpo de la caldera se consideran la superficie de calefacción y la cámara de vapor.

b. Hogar de una caldera.- Llamado comúnmente, horno o fogón (cañón) es una cámara o espacio, donde tiene lugar la combustión, su forma depende de cada tipo de caldera.

- c. Chimenea.- Es el conducto por el cual salen a la atmósfera los productos de la combustión y el calor no aprovechado; su objeto es alejar los gases nocivos y producir el tiro que facilite la combustión. Su diámetro y altura dependen del tipo de caldera y de sus condiciones de trabajo. Pueden ser de 3 tipos:
1. Tiro natural.- Es la corriente de succión de aire que hace la chimenea cuando únicamente depende de la diferencia de temperatura de los gases del interior y el aire exterior, de su diámetro y altura.
 2. Tiro inducido.- Es la corriente de succión de aire que se obtiene en una chimenea al provocar en su base un vacío o depresión por medio de un abanico.
 3. Tiro forzado.- Es la corriente de succión producida en la chimenea al inyectar aire caliente a la cámara de combustión de una caldera por medios mecánicos.
- d. Accesorios.- Son aditamentos con los cuales se obtiene, el registro y control necesarios para el buen funcionamiento y seguridad de la caldera siendo los más indispensables: válvulas, manómetros, pirómetros, indicadores de nivel de agua, grifos, tapón de seguridad, conjunto quemador y un medio para introducir agua.
- e. Quemador.- Es el sistema con el cual, un combustible es atomizado y mezclado con el aire necesario para obtener su combustión.
- f. Flux.- Generalmente, es un tubo de acero especial, de 101.59 mm de diámetro o mayor, que se emplea en los generadores de vapor y van colocados en los espejos y/o en los domos en los casos de calderas acuotubulares.
- g. Espejos.- Están formados por placas de acero que van colocados en la parte anterior y posterior del cilindro, con perforaciones para alojar los tubos o fluxes.
- h. Tirantes.- Son barras de acero que generalmente van de espejo a espejo paralelos a los fluxes colocados en la parte superior (cámara de vapor), donde no hay tubo flux y sirven para evitar la combadura de los espejos.
- i. Registro de mano.- Es un agujero con tapa especial abierto en las planchas de un generador de vapor para inspeccionar o limpiar con la mano su interior. (Llamado comúnmente “tortuga” por su forma).
- j. Registro para hombre.- Es una abertura en forma especial, elíptica o circular, para dar acceso al interior del colector, domo y cuerpo cilíndrico de la caldera.

- k. Manómetro.- Es el aparato que sirve para medir presiones superiores a la presión atmosférica.
- l. Cámara de vapor.- Es el espacio comprendido entre la superficie del agua y la parte superior del cilindro donde se almacena el vapor.
- l. Válvula de purga (de fondo).- Es la válvula que sirve para desalojar los residuos acumulados en la parte inferior de la caldera.
- m. Columnas de agua.- Es un tubo que registra el nivel de agua dentro de una caldera.
- n. Grifos de prueba.- Son válvulas que van instaladas directamente en las calderas verticales, de tubos de humo, en las calderas locomotoras y en las columnas de agua.
- o. Cristal de nivel.- Sirve para mostrar al operador el nivel real del agua que existe en el interior de la caldera.

A.04. Mantenimiento preventivo.- Es el conjunto de acciones, que se realiza por personal calificado y de acuerdo con un programa previamente elaborado, para conservar una caldera en óptimas condiciones de funcionamiento y anticiparse a los daños que el uso o el deterioro natural pudieron ocasionarle, reduciendo al mínimo paros costosos, riesgos posibles y de manera más económica prevenir las fallas o corregirlas en su fase inicial.

A.05. Mantenimiento correctivo.- Es el conjunto de acciones que se llevan a cabo por personal calificado, para corregir las fallas a medida que se vayan presentando y/o que se consideran inminentes.

B. REFERENCIAS DEL CONCEPTO EN OTROS DOCUMENTOS

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en el Mantenimiento de Calderas, y que son tratados en otros capítulos de éstas u otras Normas, conceptos que deben sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas de Materiales, Equipos y Sistemas, Requisitos de Ejecución, Subconceptos de Obra, Alcances, Unidades de Medida, Criterios para Cuantificar y Base de Pago, que se asientan en los capítulos indicados en la siguiente tabla y de los cuales ya no se hará más referencia en el texto de este capítulo.

Concepto	Capítulo de Dependencia referencia
Generadores de vapor	IV , V , VI y VII Secretaría del Trabajo y Previsión

Concepto	Capítulo de referencia	Dependencia
Normas Técnicas	Tomo 1 (A-D)	Social SECOFI
Normas Técnicas	Tomo 2 (E-1)	SECOFI
Normas Técnicas	I , II , III , IV y V	I.M.S.S.
Normas Técnicas	B.46.-1, B311.1	U.S.A.S
Código	Secc. 1	ASME-AMIME
Código	Secc. 11	ASME-AMIME
Ley general de equilibrio ecológico y prevención del medio ambiente		SEDUE
Reglamento para la prevención y control de la contaminación atmosférica	I y II	S.S.
Reglamento de construcciones para el Distrito Federal		G.D.F.
Manual de calderas		SELMEC
Cimentaciones	8.01.02.002	G.D.F.
Instalaciones hidro-sanitarias y pluviales	8.01.02.004	G.D.F.
Instalaciones eléctricas en plantas industriales	8.02.01.004	G.D.F.
Motores eléctricos en general	8.02.01.007	G.D.F.
Generalidades	8.02.02.001	G.D.F.
Bombas	8.02.02.002	G.D.F.

C. MATERIALES CONSTITUTIVOS DEL CONCEPTO

C.01. Todos los materiales y refacciones necesarios para el mantenimiento de calderas, 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 Residencia de Obra a través de la Supervisión.

De no estar precisados en el proyecto u orden respectiva, se atenderá a lo establecido en las especificaciones del área correspondiente y de no tenerse previsto en éstas, se atenderá a lo establecido en el Libro 4 sobre calidad de materiales de las Normas de Construcción del Gobierno 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.

Además de lo anterior, la construcción y todas las partes que se suministren para el programa de mantenimiento correctivo y preventivo, deben cumplir para cada sección de las calderas los requisitos y especificaciones de asociación que a continuación se indican.

- a. ASME (American Society of Mechanical Engineers).
- b. AMIME (Asociación Mexicana de Ingenieros Mecánicos Electricistas).

D. EQUIPO Y SISTEMAS

D.01. En cada caso los equipos o parte de ellos en el mantenimiento correctivo que se sustituyan deben cumplir cada caso con lo especificado en el proyecto y lo indicado por el Gobierno del Distrito Federal. Pero siempre el fabricante entregará cada uno de los equipos con una placa con marca indeleble conteniendo lo siguiente:

- a. Nombre o razón social del fabricante.
- b. Modelo y tipo.
- c. Capacidad.
- d. Superficie de calefacción (m^2).
- e. Presión máxima de vapor a utilizar (kgf/cm^2).
- f. Año de fabricación.

E. REQUISITOS DE EJECUCIÓN

El personal encargado de la operación de calderas debe estar capacitado y tener la licencia de fogonero, operador y/o jefe de planta. Para los trabajos de mantenimiento preventivo y/o correctivo, el personal debe ser especializado y bajo la supervisión del responsable del mantenimiento; las refacciones deben ser nuevas y corresponder en marca, tipo y capacidad a la caldera de que se trate.

E.01. Mantenimiento preventivo.

- a. Cuando se efectúe mantenimiento preventivo a una caldera se deben revisar, todas las indicaciones de placa de la caldera y el manual de operación del fabricante.
- b. Para lograr una operación óptima, eficiente y segura de las calderas es necesario que todas las instalaciones que se requieran para el funcionamiento de las calderas, cumplan con las normas mencionadas en el inciso B.01 de este capítulo en lo relacionado con tanques de almacenamiento, intercambiadores de calor, tanque de condensados, chimenea, instrumentos de medición, dispositivos de seguridad, sistemas de alimentación de agua, combustible, sistema de aire, controles eléctricos, recubrimientos y pinturas protectoras, así como las refacciones inherentes a la caldera.

Además, debe darse mayor importancia a los siguientes puntos:

- 1. Inventario.- Para tener un control total sobre el equipo que se está operando se debe realizar un inventario de la caldera y el equipo adicional anotando especificaciones, datos de placa y ubicación de los mismos.
 - 2. Bitácora.- Se establecerá la bitácora como rutina importante y obligatoria durante todas las horas de operación de la caldera. En ella se anotarán los datos de rutina durante las horas de operación, las actividades de mantenimiento preventivo, las reparaciones por algún desperfecto así como cualquier anomalía que llegue a presentarse; con estos datos se formará un criterio para tomar decisiones con respecto a la caldera en su reparación o sustitución.
 - 3. Equipo de seguridad y/o protecciones.- Verificar que todos los dispositivos de seguridad, control y protecciones hayan sido seleccionados adecuadamente en cada caso, tomando en cuenta los calibres, parámetros y rangos que manejan las diferentes calderas.
 - 4. Niveles.- Verificar con extremo cuidado los niveles mínimos y máximos de cada uno de los fluidos y/o energéticos indispensables para el buen funcionamiento de la caldera.
 - 5. Realizar la requisición oportuna de los insumos necesarios, para el correcto funcionamiento: combustibles, suavizadores, grasas, aceites, etc.
- c. Programa.- Para realizar el mantenimiento preventivo, se hace necesario establecer un programa que comprenda las rutinas mínimas a efectuar, diarias, mensuales, semestrales y anuales. Debe ser adecuado al tipo, capacidad y condiciones de servicio de la caldera, tomando en cuenta que el

seguimiento de este programa facilitará las labores a los encargados del mantenimiento.

A título enunciativo pero no limitativo se indican las rutinas básicas de mantenimiento preventivo de acuerdo con lo siguiente:

c.1. Diario:

- 1.1 Bitácora.
- 1.2 Limpieza del cuerpo y accesorios de la caldera.
- 1.3 Limpieza del cuarto de calderas.
- 1.4 Purga de fondo de la caldera.
- 1.5 Purga de la columna de agua y superficie.
- 1.6 Revisión de compresor (si lo tiene).
- 1.7 Arranque y paro por bajo nivel.
- 1.8 Revisión de columna de niveles y válvulas.
- 1.9 Revisión de grifos de prueba.
- 1.10 Revisión de existencia de energéticos e insumos.
- 1.11 Revisión de niveles de agua.

c.2. Semanal:

- 2.1 Limpieza de controles eléctricos.
- 2.2 Limpieza del filtro combustible.
- 2.3 Engrasado de motores.
- 2.4 Revisión de electrodos de encendido (si los tiene).
- 2.5 Revisión de bandas (si las tiene).
- 2.6 Revisión de boquillas.
- 2.7 Revisión de piloto de gas (si lo tiene).
- 2.8 Revisión de válvulas de seguridad.
- 2.9 Revisión del cabezal de vapor y separador centrífugo

c.3. Mensual:

- 3.1 Revisión de empaques.
- 3.2 Análisis químico para tratamiento de agua.
- 3.3 Revisión de válvulas y llaves, en general.
- 3.4 Revisión del conjunto ventilador.
- 3.5 Revisión de chumaceras y baleros.
- 3.6 Revisión de quemador.
- 3.7 Revisión de electrodos.
- 3.8 Revisión de aisladores.
- 3.9 Revisión del quemador de gas (si lo tiene).
- 3.10 Revisión de fotocelda.
- 3.11 Revisión de combustión.
- 3.12 Revisión de bomba de inyección de agua.
- 3.13 Revisión de birlos y pernos.
- 3.14 Revisión del sistema de combustible.

c.4. Semestral:

- 4.1 Revisión del tanque de condensados (si lo tiene)
- 4.2 Limpieza del conjunto del quemador.
- 4.3 Limpieza de fluxes y cuerpo de la caldera, por el lado de la combustión.
- 4.4 Verificar interior de la caldera.
- 4.5 Cambio de empaques de asbesto (tapas registro, pasamano y pasa-hombre).
- 4.6 Revisión de refractarios (anteriores y posteriores).
- 4.7 Revisión de aislamientos.
- 4.8 Limpieza por el lado del agua.
- 4.9 Revisión de conexiones y tuberías.
- 4.10 Revisión de fugas en fluxes.
- 4.11 Revisión de manómetros y termómetros.
- 4.12 Revisión de tanques de condensados y suavizador.

c.5. Anual:

- 5.1 Revisión de las trampas de vapor.
- 5.2 Revisión del tapón fusible.
- 5.3 Revisión de las válvulas de seguridad.
- 5.4 Revisión de la cimentación.
- 5.5 Pintura.

c.6. Todas estas operaciones se asentarán en la bitácora con las observaciones correspondientes, para efectuar oportunamente los servicios necesarios.

d. Descripción de actividades.- A continuación se mencionan las indicaciones necesarias para la aplicación del programa de mantenimiento preventivo, en el mismo orden en que aparecen indicados en el subinciso E.01.c.1.

d.1 Diarias:

1.1 Bitácora.- Se harán las anotaciones de los incidentes de mantenimiento preventivo y/o correctivo, así como las observaciones en el transcurso del turno de operación, tomando como indispensables las siguientes:

Presión de la caldera.
Presión de la bomba de combustible (si la tiene).
Registro de niveles.
Temperatura de la chimenea.
Pruebas por bajo nivel.
Descargas por turno.
Aplicación de tratamiento químico complementario.
Observaciones y comentarios.

1.2 Limpieza del cuerpo y accesorios de la caldera. Utilizar detergente con bajo contenido de cloro disuelto en agua, jerga, cepillo blando de raíz y solventes. Estos

trabajos de limpieza se harán frotando las superficies con el cepillo hasta dejar limpias y libres de polvo; finalmente se secará con jerga húmeda y limpia. Así como tomar las precauciones necesarias.

1.3 Limpieza del cuarto de calderas.- Utilizar detergente con bajo contenido de cloro disuelto en agua, jerga, cepillo blando de raíz y solventes. Estos trabajos de limpieza se harán frotando las superficies con el cepillo hasta dejarlas limpias y libres de polvo, finalmente se secará con la jerga húmeda y limpia. Se tomarán las precauciones necesarias, cuidando que toda el área perimetral esté siempre libre de obstáculos que entorpezcan el acceso a las diferentes partes del equipo.

1.4 Purgas de fondo de la caldera.- El número y frecuencia de purgas, así como el tiempo de exposición debe ser determinado por el resultado del análisis químico y el tratamiento químico complementario del agua, dependiendo de las condiciones de trabajo.

Procedimiento de purga. Con la caldera a su presión máxima de operación se obtiene un nivel máximo de agua, en ese momento se procede a purgar la caldera, se abre la válvula de purga de fondo, primero poco a poco y después por completo, la purga se prolonga hasta que el agua baje sin perderse de vista en la columna de cristal.

En calderas equipadas con válvulas de cierre rápido se abre primero esta válvula y después la válvula "Y"; cuando se está purgando nunca se deja desaparecer el agua del cristal de nivel.

1.5 Purgas de la columna de agua y superficie.- Realizar dos veces al día en calderas de vapor o cuando menos una vez por turno de 8 horas de trabajo.

1.6 Compresor (si lo tiene).- Limpiar filtros y verificar el nivel de lubricante así como la presión de descarga.

1.7 Arranque y paro por bajo nivel.- Purgar la columna de agua con la caldera funcionando en fuego bajo, se puede probar el funcionamiento de corte por bajo nivel. Nunca debe desaparecer el agua del cristal de nivel.

1.8 Columna de nivel y válvulas.- Purgar la columna de nivel dos veces al día en calderas de vapor o cuando menos una vez por turno de 8 horas de trabajo, abriendo la válvula de columna de agua, aproximadamente por 4 segundos; esto mantendrá los electrodos de control combinado, libres de lodo o sedimentos que puedan ocasionar fallas en dicho control.

1.9 Grifos de prueba.- Abrir los grifos de prueba durante 3 segundos, repitiendo la operación después de un minuto, para evitar falsas lecturas de nivel.

1.10 Existencia de energéticos e insumos .- Debe tener siempre una reserva suficiente de energéticos de acuerdo a los consumos observados.

1.11 Tratamiento de agua en el suavizador tipo dúplex para evitar que llegue dura o saturada de sales o carbonatos que puedan dañar al tanque de condensados, cabezal o la caldera.

d.2 Semanal:

2.1 Limpieza de controles eléctricos.- Limpiar con cuidado los controles eléctricos y revisar los contactos de los arrancadores, verificando que operen correctamente mediante pruebas de encendido y apagado de circuitos que estén en buenas condiciones y que operen por sobrecorriente. Revisar que las conexiones eléctricas se encuentren apretadas y debidamente encintadas, verificar la secuencia de operación del programa, falla de flama y cápsula de mercurio, mantener bien cerrados los controles eléctricos para evitar la entrada de polvo. Revisar que la intensidad de corriente sea la correcta.

2.2 Limpieza de filtro combustible.- Lavar el elemento filtrante con solvente y verificar que el empaque de la tapa esté en el lugar correcto y no esté maltratado.

2.3 Engrasado de motores.- Si llevan grasería, utilizar grasa de buena calidad del tipo mediano, no engrasar demasiado ya que esto ocasiona sobrecalentamiento en los baleros.

2.4 Revisión de electrodos de encendido (si los tiene). Revisar que la abertura de los electrodos sea la correcta, limpiarlos con un paño y verificar que no se encuentren estrellados o rotos.

2.5 Revisión de bandas (si los tiene).- Verificar la alineación de las poleas.- Nunca usar bandas nuevas y usadas simultáneamente; hacer un cambio completo, si es necesario. La excesiva tensión de las bandas causa sobrecalentamiento y fallas prematuras de baleros. Probar la tensión haciendo presión en ellas con el dedo. Deben oprimirse de 25 a 32 mm.

Después de 36 horas de uso debe revisarse nuevamente la tensión de las bandas nuevas.

2.6 Revisión de boquillas.- Mantener limpios los conductos de aire en toda su extensión.

2.7 Revisión de piloto de gas.- Cuando la caldera tenga presión, operar manualmente.

2.8 Revisión de válvulas de seguridad.- Verificar las válvulas de seguridad levantando la palanca para que accione por 3 segundos, esta operación se hace con el objeto de evitar que el asiento llegue a adherirse.

2.9 Revisión de separador de vapor y separador centrífugo, manteniendo sus salidas y descargas limpias sin obstrucciones por depósitos de sedimentos.

d.3. Mensual:

3.1 Revisión de empaques.- Revisar los registros pasamano, pasa-hombre y tapas de la caldera y en caso necesario cambiar los empaques por nuevos.

3.2 Revisión de válvula y llaves.- Desarmar las válvulas y limpiarlas, cambiar los empaques necesarios o cambiarlas por nuevas. Para válvulas de seguridad, verificar la calibración del disparo que debe ser de acuerdo a los datos de placa.

3.3 Revisión del conjunto ventilador.- Mantener limpia la malla de entrada de aire al ventilador, verificar el estado de las bandas, limpiar el rotor del ventilador, revisar que los prisioneros estén apretados, engrasar los baleros del motor, verificar que no tenga vibraciones.

3.4 Revisión de chumaceras y baleros.- Verificar que la alineación sea corta. Corregir cualquier vibración en las chumaceras y en caso de roces o ruidos excesivos cambiarlos por nuevos.

Su vida promedio es de 20,000 horas para su lubricación correcta al engrasar el balero, inyectar despacio la grasa con el ventilador hasta que la grasa salga por el orificio de alivio de la grasería.

El balero llevará una mezcla de grasa kerosena, no será engrasado durante las primeras cuatro semanas de funcionamiento y posteriormente se seguirá una rutina normal mensual.

3.5 Revisión del quemador.- Utilizar un paño mojado con diesel para la limpieza del quemador en todas sus partes.

3.6 Revisión de electrodos.- Cada vez que se limpie el quemador ver que la posición de los electrodos sea la indicada en el manual del fabricante.

3.7 Revisión de aisladores. Revisar que la porcelana, no se encuentre rota o estrellada; los cables del transformador deben hacer un contacto perfecto, tanto en los electrodos como en el transformador de ignición.

3.8 Revisión de quemador de gas (si lo tiene).- Comprobar que la presión de los quemadores de gas sea la indicada por el fabricante, ésta varía de 10 a 25 cm de columna de agua.

3.9 Revisión de la fotocelda.- Verificar la limpieza de la fotocelda y el conducto donde se encuentra instalada.

3.10 Revisión de la combustión.- Verificar que la mezcla de aire y combustible sea la adecuada, observando los porcentajes de bióxido de carbono (CO_2), oxígeno (O_2) y monóxido de carbono (CO), de los gases de combustión utilizando para el efecto el aparato de Orsat o una de sus variantes. El porcentaje de oxígeno

debe variar de 1 a 4%; el monóxido de carbono no debe existir y los porcentajes de bióxido de carbono se ven en la siguiente tabla con sus características:

Grado	Gas natural	Aceite # 2 Diesel	Aceite # 6 petróleo pesado
Excelente	10.0%	12.8%	13.8%
Bueno	9.0%	11.5%	13.0%
Regular	8.5%	10.0%	12.5%
Pobre	8.0%	9.0%	12.5%
	o menos	o menos	o menos

3.11 Revisión de bomba de inyección de agua.- Comprobar que los niveles de arranque y paro de la bomba de agua sean correctos. Cuando la alimentación de agua sea por inyectores, se pondrá especial cuidado de manejar niveles correctos.

3.12 Revisión de espárragos y pernos.- Rectificar las cuerdas de los espárragos de registros, pasa-mano, pasa-hombre y los pernos de las tapas, aplicar grafito con aceite para evitar que lleguen a pegarse.

3.13 Revisión del sistema de combustible.- Corregir de inmediato cualquier fuga en la tubería de combustible, apretar conexiones, cambiando tubos o empaques, según el caso, limpiar el filtro de la bomba de combustible, revisar la bomba de combustible solenoide, observando directamente el quemador, cuando éste se apague, el fuego debe "cortarse" súbitamente en el momento preciso; si no es así, puede deberse al fallo de la válvula o esta gastada en su asiento permitiendo el paso de combustible; en este caso debe cambiarse por una nueva para evitar problemas posteriores.

d.4 Semestral.

4.1 Revisión del tanque de condensados (si lo tiene). Revisar que las tuberías de ventilación no estén obstruidas; revisar el estado de la válvula flotador reparar o cambiarlas en caso necesario. Revisar la temperatura del agua y que las bombas no estén desalineadas. Tocar con la mano las bombas y ver que la temperatura sea normal.

4.2 Limpieza del conjunto del quemador.- Utilizar un paño humedecido en diesel para hacer la limpieza del quemador en todas sus partes: piloto, difusor, electrodos, soportes, resortes, etc.

4.3 Limpieza de fluxes y cuerpo de la caldera.- Inspeccionar los tubos por el lado de la combustión, si están sucios, hacer limpieza utilizando escobillones y cepillos especiales para este servicio, la periodicidad estará de acuerdo a las condiciones de operación del quemador. Si la temperatura de la chimenea es mayor en 80° C a la temperatura de agua que esta en el interior de la caldera, es un indicador de que los tubos necesitan limpieza.

4.4 Verificación interior de la caldera.- Revisar que no existan aceites ni grasas, observando la columna de nivel en caso de existir, reportarlos en bitácora para que sean atendidos por personal calificado.

4.5 Cambio de empaques de asbesto.- Cuando se haga un servicio de mantenimiento preventivo como el lavado y deshollinado de la caldera se volverán a revisar empaques y en caso necesario serán sustituidos por piezas nuevas.

4.6 Revisión de refractarios.- La mejor indicación del estado del refractario y/o aislamientos es la inspección ocular; sin embargo, si se tiene una elevada temperatura en el pirómetro de chimenea indicará una posible falla en el refractario.

Si se observan ligeras grietas, habrá que repararlas utilizando refractarios o aislantes de calidad comprobada y que estén calculados para aceptar las temperaturas a que vayan a estar expuestas estas superficies; si el daño o la grieta es de consideración es más conveniente reemplazar todo el refractario o aislamiento que intentar poner un resane.

4.7 Revisión de aislamientos.- Revisar que las tuberías y el cuerpo de la caldera que irradian temperatura, se encuentren debidamente protegidas con aislamiento térmico y forro.

4.8 Revisar el lado del agua de la caldera dejando que la caldera se enfríe por completo, vaciarla, quitar las tapas de registro pasa mano y pasa hombre; lavar bien la caldera con agua utilizando manguera para alta presión, dejar caer el chorro por las aberturas superiores e inferiores cerciorándose que la incrustación y sedimentos salgan del casco.

Limpiar de residuos las juntas viejas, los asientos de las tapas y del casco de la caldera, aplicar grafito en las juntas nuevas para su próximo cambio. Para poner en servicio nuevamente la caldera, llenar de agua hasta el nivel debido, calentar despacio y cuando haya calentado apretar las tapas de los registros nuevamente.

4.9 Revisión de conexiones y tuberías.- Verificar la limpieza interior de las mismas, así como las que comuniquen el control de presión de nivel y al manómetro etc., teniendo cuidado de no dañar estos controles.

4.10 Revisión de fluxes.- Si se observan fugas en fluxes, será necesario rotarlos (apretarlos) una vez que la caldera esté en condiciones de funcionar; se le debe hacer una prueba hidrostática para asegurarse que las fugas han sido eliminadas por completo.

4.11 Revisión de manómetros y termómetros.- Revisar la calibración de éstos, comparar lecturas y en caso de ser diferentes sustituirlos.

d.5 Anual

5.1 Revisión de trampas de vapor.- Verificar el estado de las trampas de vapor en el sistema de retorno de condensados. Las trampas defectuosas malgastan el vapor también causan bloqueo debido a la alta temperatura de condensados.

5.2 Revisión de tapón fusible.- Cambiar el tapón fusible después de cada año de servicio.

5.3 Revisión de la cimentación.- Revisar cuidadosamente la base o cimentación de la caldera si hay algún desperfecto, se corregirá a la brevedad posible.

5.4 Pintura.- Pintar la caldera y accesorios de acuerdo a especificaciones y código de colores aprobado por el Gobierno del Distrito Federal.

E.02. Mantenimiento correctivo.- Consiste en la rehabilitación o reposición de las partes y/o equipos, que hayan fallado.

El mantenimiento correctivo está motivado por una o varias causas; a título enunciativo pero no limitativo se mencionan las fallas más comunes y el diagnóstico de las causas probables del problema; consultando la bitácora de operación, los datos de placa y el manual de operación del fabricante, se obtendrá un diagnóstico más acertado.

En toda reparación, debe solicitarse la garantía correspondiente a la empresa encargada de realizarla.

a. No hay ignición

1. Revisar sistema de ignición

1.1 Interruptor de seguridad del control de flama desconectado. Reemplazarlo.

1.2 Tornillos del control de flama flojo. Apretarlos.

1.3 Control defectuoso. Sustituirlo.

1.4 Programador defectuoso. Sustituirlo.

2. El protector no registra la flama.

2.1 Tornillos del protector de flama flojos. Apretar todos los tornillos.

2.2 Protector de flama defectuoso. Sustituirlo.

2.3 Corto en el alambre de la fotocelda a la terminal del protector de la flama. Conectarlo con otro alambre, si esto no corrige la falla, sustituir definitivamente el alambre.

2.4 Contactos del programador sucios. Limpiarlos

3. Al encender la flama el control la registra, "botándose" posteriormente el protector del control de flama.

3.1 Control de flama defectuoso. Sustituirlo.

3.2 Dispositivos del control de flama sucios. Limpiarlos.

3.3 Corto circuito o falso contacto en el alambre de la fotocelda a la terminal del control de flama. Sustituir el alambre.

4. Quemadores equipados para operar con gas combustible.

4.1 Válvula manual del piloto cerrada. Abrirla.

4.2 Interruptor de flujo de aire no hace contacto. Ajustarlo; interruptor, si está defectuoso, sustituirlo.

Nota.- El interruptor debe romper contacto cuando se para el ventilador.

4.3 Válvula solenoide del piloto defectuosa. Revisarla, si la falla continúa, sustituirla.

4.4 Transformador de ignición defectuoso. Sustituirlo.

4.5 Cable del electrodo tiene corto o hace tierra. Sustituirlo.

4.6 Electrodo hace tierra, está sucio o mal ajustado. Limpiarlo, evitar que haga tierra y/o ajustarlo.

5. El relevador de flama del protector hace contacto, pero no enciende la flama principal.

5.1 Válvula manual cerrada. Abrirla.

5.2 Válvula solenoide defectuosa. Si el foco que indica "gas on" (gas abierto), debe encender, ver el potencial de la válvula; sustituir la válvula si está defectuosa.

5.3 Tubo de ventila de la válvula tapado. Desconectar el tubo de ventila de la válvula y limpiarlo, si continua tapado, sustituirlo.

5.4 Reguladora de presión defectuosa. Reguladora dañada o instalada al revés, o tiene demasiada presión. Verificar su instalación y su regulación, en caso necesario sustituirla.

5.5 Presión insuficiente.- Revisar que las presiones indicadas sean las correctas, según catálogo del fabricante.

5.6 Contactos del protector de flama sucios. Limpiarlos.

b. Quemador

1. El quemador funciona satisfactoriamente pero "se bota" el interruptor de seguridad cuando está apagado el quemador.

1.1 Las válvulas del piloto no cierran o tienen fuga. Limpiar el asiento de las válvulas, sustituirlas si están defectuosas.

2. El quemador enciende con una pulsación o pequeña explosión.

2.1 Flama del piloto muy corta.- Aumentar el tamaño de la flama aumentando la presión o cambiando el orificio del piloto a uno más grande.

2.2 La presión de gas baja demasiado cuando se abre la válvula principal de gas. Revisar y corregir falla de la válvula reguladora o sustituirla.

3. El quemador enciende pero hace ruido y pulsaciones.

3.1 Demasiado aire, causa un ruido y se pone la flama clara, debe ser color azul. Reducir el aire, la flama debe quedar azul con las puntas anaranjadas. Ajustar la relación del aire primario al aire secundario.

3.2 Muy poco aire y/o pulsaciones muy fuertes, que ocasionan una flama amarilla o azul débil. Aumentar el aire y ajustar la manga de aire primario y secundario.

3.3 Muy poco gas. Ajustar el suministro de gas (para incrementar flujo).

3.4 Demasiado gas. Ajustar el suministro de gas (para disminuir flujo).

c. Motores de la caldera y encendido.

1. El motor opera pero el diesel no enciende.

1.1 Tanque de combustible vacío. Llenar el tanque.

1.2 Válvula de la línea de alimentación de combustible cerrado. Abrirla.

1.3 Aire en la línea de combustible. Purgarla.

1.4 Fugas en la línea de combustible. Repararlas de inmediato.

1.5 Línea de succión tapada. (Se conoce porque hay mucho vacío en la línea). Destaparla.

1.6 Válvula solenoide en la línea de alimentación no abre. Si está defectuosa cambiarla, si es por demasiada presión en la línea, reducirla.

1.7 La bomba no gira porque se resbala el cople. Apretarlo.

1.8 Línea de la boquilla tapada. Limpiarla.

1.9 Boquilla tapada. Limpiarla.

1.10 Presión muy baja en la boquilla, por lo tanto la boquilla no atomiza el diesel. Ajustar la presión de la bomba para que proporcione el gasto necesario, de acuerdo a la capacidad o potencia de la caldera.

1.11 No hay chispa de ignición o la chispa está débil. Revisar el transformador de ignición y los cables; si están defectuosos, sustituirlos.

1.12 No hay chispa de ignición en los electrodos. Calibrar las puntas de los electrodos a 5 mm (3/16") o están pegados en el difusor del aire, separarlos 8 mm (5/16") y/o consultar calibración con el manual del fabricante.

1.13 Bomba defectuosa. Sustituirla porque no produce presión.

1.14 Tapón (tornillo) paso lateral (Bay pass) no está colocado en el sistema de retorno. Cambiarlo (no produce presión). Desconectar el retorno y taponearlo, si enciende el quemador, reconectar el retorno y colocar el tapón en su lugar.

1.15 Energía eléctrica desconectada o suministro de potencia incorrecto. Verificar terminales de entrada de la energía eléctrica con voltímetro.

1.16 Fusibles quemados. Sustituirlos.

1.17 Controles de operación no funcionan. Puntear las terminales de los controles de seguridad en forma provisional, si arranca el quemador revisar el alambrado y los controles de operación.

d. Alimentación de agua.

1. Bomba de agua de alimentación no mantiene el gasto adecuado.

1.1 Bomba para alimentación de agua no cerrada correctamente. Cerrar la bomba.

1.2 Insuficiente alimentación de agua hacia la bomba.

Revisar el nivel en el tanque de condensados asegurarse de que la válvula de entrada esté abierta.

1.3 El filtro de la línea de agua de alimentación está tapado. Desmontarlo y limpiarlo.

1.4 Agua de alimentación en ebullición o muy caliente. Inspeccionar trampas y válvulas de equipo que usen vapor.

2. Operación ruidosa de la bomba.

2.1 El amortiguador está dañado o no opera. Limpiar el amortiguador, sustituirlo si es necesario.

2.2 Los baleros de la bomba de agua están dañados o les falta lubricación. Sustituir los baleros, en caso necesario.

3. El motor de la bomba de agua no funciona

3.1 Fusibles quemados. Sustituirlos.

3.2 Cápsula reventada. Sustituirla.

3.3 Arrancador protegido. Restablecer elementos.

3.4 Flotador "Macdonell" pegado. Limpiar interiormente al flotador "Macdonell".

e. De la chimenea.

1. Humo en la salida de la chimenea.

1.1 Abastecimiento inadecuado de aire en el quemador. Limpiar el ventilador.

2. Sale humo negro por chimenea.

2.1 Falta aire en la combustión. Abrir más la compuerta moviendo la palanca situada a un lado del quemador y dejarla fija.

f. De la columna de nivel.

1. Sale vapor por el control de nivel de agua ("Macdonell").

1.1 Se rompió el fuelle. Sustituirlo.

2. Se fundió el tapón fusible.

2.1 Se atoró el flotador del "Macdonell" y no hubo protección por bajo nivel. Limpiar el interior del "Macdonell" y sustituir el tapón.

2.2 Tiene una capa de sarro por dentro que impide que el agua enfríe al fusible. Lavar el interior de la caldera y sustituir el tapón.

3. Abre la válvula de seguridad aún cuando el manómetro registra baja presión.

3.1 El resorte de la válvula perdió el temple. Sustituir la válvula.

g. De los fluxes.

1. Se aflojan los tubos flux y chorrean agua.

1.1 La caldera se encuentra llena de sarro. Lavar y volver a apretar; efectuar la prueba hidrostática.

1.2 Falso nivel de agua en la caldera. Apretar flux y corregir nivel de agua, efectuar prueba hidrostática.

1.3 Tapón fusible en mal estado. Sustituirlo.

1.4 Corrosión de flux. Sustituirlo y efectuar prueba hidrostática.

h. De los refractarios.

1. Rajaduras excesivas o roturas.

1.1 Combustión irregular. Regular la mezcla de la combustión.

1.2 Formación de carbón. Corregir la dirección de la flama.

1.3 Falsas explosiones (toritos), acumulación de gases. Corregir ignición, verificar válvulas solenoide.

1.4 Exceso de fuego en el hogar. Revisar boquillas del quemador, en caso necesario sustituirlas.

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

F.01. () Limpieza y/o pintura exterior de caldera: El costo directo incluye: el detergente, lija, jerga, pintura, disolventes (en su caso) y materiales de menor consumo; la mano de obra para la preparación y limpieza, pintura de la superficie (en su caso) y limpieza del área; el equipo y la herramienta necesarios para la correcta ejecución del trabajo.

La unidad de medida será la pieza.

Para cuantificar, se contarán las piezas lavadas y/o pintadas en el sitio de los trabajos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio, y una vez aprobada por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Limpieza y/o pintura según el modelo y marca
de la caldera, así como el espesor y tipo de pintura. \$/pza

F.02. () Limpieza interior de fluxes y cuerpo de la caldera. El costo directo incluye: los materiales necesarios para la limpieza, los materiales de menor consumo; la mano de obra para el desmontaje, la limpieza, el montaje, la prueba de funcionamiento y limpieza; el equipo y herramienta necesarios para la correcta ejecución del trabajo.

La unidad de medida será la pieza.

Para cuantificar, se contarán las piezas limpiadas en el sitio de los trabajos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Limpieza interior de fluxes y cuerpo de coladera,
según marca y modelo. \$/pza

F.03. () Limpieza de chimenea.- El costo directo incluye: los materiales necesarios para la limpieza y los de menor consumo; la mano de obra para la desinstalación necesaria, pruebas de funcionamiento, acarreo libre horizontal y/o vertical y limpieza; el equipo y herramienta necesarios para la correcta ejecución del trabajo.

La unidad de medida será la pieza.

Para cuantificar, se contarán las piezas limpiadas en el sitio de los trabajos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión y/o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Limpieza de chimenea incluyendo hogar
y tiro, de acuerdo al tamaño y características
de cada pieza. \$/pza

F.04. () Reparación de falla en las diferentes partes de una caldera.- El costo directo incluye: los materiales necesarios para probar la parte correspondiente en la realización de diagnóstico y verificación, reposición de partes dañadas y materiales de menor consumo; la mano de obra, para el diagnóstico, montaje, desmontaje, limpieza, corrección sustitución o reposición de piezas y pruebas para verificación de piezas y pruebas para verificación final; el equipo y herramienta necesarios para la correcta ejecución del trabajo.

La unidad de medida será la pieza.

Para cuantificar, se contarán las piezas revisadas, reparadas y funcionando en el sitio de los trabajos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Reparación de quemador, control eléctrico y conjunto vertical; de motor, chumacera y balero; manómetro, termómetro, válvula de gas; bomba de inyección de agua; de tubos flux; de refractarios; de alimentación de combustible; del forro y/o aislamiento. \$/pza

F.05. () Reparación de fallas en hogar, tiro y chimenea.- El costo directo incluye: los materiales necesarios para probar la chimenea en la realización del diagnóstico de funcionamiento, y para realizar el desmontaje, limpieza, montaje, reposición de las partes dañadas y los requeridos para verificación de su buen funcionamiento; la mano de obra para la desinstalación, instalación, montaje de piezas nuevas, limpieza y verificación final del buen funcionamiento; el equipo y herramienta necesarios para la correcta ejecución del trabajo.

La unidad de medida será la pieza.

Para cuantificar, se contarán las piezas revisadas y reparadas en el sitio de los trabajos, de acuerdo al proyecto aprobado por la Residencia de Obra a través de la Supervisión, en cada período de los pactados en el contrato, durante la vigencia del mismo.

Para efecto de pago, se estimarán una vez recibida la hoja técnica del servicio. Y una vez aprobados por la Supervisión o la Residencia de Obra.

CONCEPTO ESPECÍFICO

() Reparación de falla en el hogar, el tiro y la chimenea de una caldera, según tipo modelo y/o marca. \$/pza

Nombre de archivo: LIBRO 8 TOMO IV
Directorio: C:\Documents and Settings\Mdelgado\Mis documentos
Plantilla: E:\LIBRO 8\LIBRO 8 TOMO IV CAPÍTULO DEL 001 AL
008-.dotx
Título: INTRODUCCION A LA PRIMERA EDICION (1995)
Asunto:
Autor: francisco rene gonzalez armas
Palabras clave:
Comentarios:
Fecha de creación: 17/06/2010 12:16:00 p.m.
Cambio número: 2
Guardado el: 17/06/2010 12:16:00 p.m.
Guardado por: Mdelgado
Tiempo de edición: 2 minutos
Impreso el: 30/06/2010 12:31:00 p.m.
Última impresión completa
Número de páginas: 299
Número de palabras: 83,037 (aprox.)
Número de caracteres: 456,706 (aprox.)