



**Ciudad  
de México**  
*Capital en Movimiento.*

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

---

GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL  
Jefe de Gobierno  
Lic. Marcelo Luis Ebrard Casaubón

---

SECRETARÍA DE OBRAS Y SERVICIOS  
Secretario  
Lic. Fernando 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 5 TOMO I**

**CALIDAD DE EQUIPOS Y SISTEMAS. MECÁNICOS**

## NOTAS

- 1.- El presente Libro 5 tomo I de las Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal, están en constante revisión y por lo tanto pueden incorporarse modificaciones en cuanto 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 sea necesario agregar o cambiar para mantener actualizados sus tomos.
- 2.- Primera edición, vigente a partir del 16 de junio de 1997.
- 3.- Segunda edición, vigente a partir del 1° de marzo de 2006.
- 4.- Reimpresión vigente a partir del 1° de mayo de 2008

Las páginas en las que en su pie se indica vigencia diferente a ésta, es que hubo motivo de modificación.

## INTRODUCCIÓN A LA REIMPRESIÓN DE LA SEGUNDA EDICIÓN (1° DE MARZO DE 2006)

La elaboración de este Libro 5, obedece a lo señalado en el tercer párrafo del artículo 23 de la Ley de Obras Públicas del Distrito Federal, en el que se establece que: “ Tratándose de obra se requerirá además de contar con los estudios y con el proyecto ejecutivo de la obra o en su caso, con un grado de avance que asegure que la obra se desarrollará ininterrumpidamente al contarse con las oportunas soluciones en el proceso ejecutivo de aspectos que hubieran quedado pendientes, normas de construcción; especificaciones en su caso, ...”

Por lo tanto, en cumplimiento a este artículo, se tiene el presente Libro, al cual pertenecen estas generalidades y en las que se señala la normatividad que el Gobierno del Distrito Federal debe observar al adquirir los equipos y sistemas que pasarán a formar parte integral de las obras.

Así mismo este Libro esta elaborado de acuerdo a lo especificado en la Norma Mexicana NMX-Z-13-SECOFI “Guía para la Redacción y Elaboración de Normas”, por lo que el presente Libro se ha dividido en:

Capítulo 5.01.01.001 “Generalidades”, que sin pertenecer a alguna parte o sección, se ha ubicado en la Parte 01 “Electromecánicos” y Sección 01 “Mecánicos”.

Capítulo 5.01.01.002 Se refiere a la calidad de equipos mecánicos.

Capítulo 5.01.01.003 Se refiere a la verificación de los sistemas mecánicos.

Capítulo 5.01.02.001. Se refiere a la verificación de la calidad de equipos eléctricos.

Capítulo 5.01.02.002 Se refiere a la verificación de la calidad de sistemas eléctricos.

La calidad de los equipos y sistemas que se describen en este Libro, se refiere a los equipos y sistemas considerados en los Libros 2,3 y 8 de las Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal.

## ÍNDICE.

LIBRO 5	CALIDAD DE EQUIPOS Y SISTEMAS.
PARTE 01	ELECTROMECAÓNICOS
SECCIÓN 01	MECAÓNICOS

CAPÍTULO 001	GENERALIDADES
CAPÍTULO 002	EQUIPOS
CAPÍTULO 003	SISTEMAS.

LIBRO	5	CALIDAD DE EQUIPOS Y SISTEMAS.
PARTE	01	ELECTROMECAÓNICOS.
SECCIÓN	01	MECÁNICOS.
CAPÍTULO	001	GENERALIDADES.

Cuando se especifique “proveedor” deberá entenderse que es la persona física o moral con la que el Gobierno del Distrito Federal mantiene una relación contractual que le suministrará los equipos o sistemas y que además de proveedor, puede ser fabricante o contratista.

#### A. DEFINICIÓN, CLASIFICACIÓN Y OBJETO.

A.01. La verificación de la calidad de los equipos y sistemas mecánicos, es el proceso mediante el cual se determina si las condiciones de un equipo o sistema en el sitio de la obra en que se vaya a utilizar, o desde su proceso de fabricación, cumplen con la calidad requerida por el proyecto ejecutivo y establecido contractualmente.

A.02. Los términos que se definen a continuación, tienen aplicación en el presente Libro 5.

a.- Equipo mecánico. Unidad integral compuesta por un grupo de elementos capaz de realizar un trabajo o un servicio determinado.

b.- Sistema mecánico. Conjunto de dispositivos, e incluso equipos ordenadamente integrados entre sí, para desarrollar un trabajo o servicio complejo.

c.- Términos relativos a la calidad.

c.1. Calidad.- Grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos.

c.2. Requisito.- Necesidad o expectativa establecida, generalmente implícita u obligatoria.

c.3. Clase.- Categoría o rango dado a diferentes requisitos de la calidad para productos, procesos o sistemas que tienen el mismo uso funcional.

c.4. Satisfacción del cliente.- Percepción del cliente sobre el grado en que se han cumplido sus requisitos.

c.5. Capacidad.- Aptitud de una organización, sistema o proceso para realizar un producto que cumple los requisitos para ese producto.

d. Términos relativos a la gestión.

- d.1. Sistema.- Conjunto de elementos mutuamente relacionados o que interactúan.
- d.2. Sistema de gestión. Sistema para establecer la política y los objetivos para lograr dichos objetivos.
- d.3. Sistema de gestión de la calidad.- Sistema de gestión para dirigir y controlar una organización con respecto a la calidad.
- d.4.- Política de la calidad.- Intenciones globales y orientación de una organización relativas a la calidad, tal como se expresan formalmente por la alta dirección.
- d.5. Objetivo de la calidad.- Algo ambicionado, o pretendido, relacionado con la calidad.
- d.6. Gestión.- Actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización.
- d.7. Alta dirección.- Persona o grupo de personas que dirigen y controlan al más alto nivel una organización.
- d.8. Gestión de la calidad.- Actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización en lo relativo a la calidad.
- d.9. Planificación de la calidad.- Parte de la gestión de la calidad, enfocada al establecimiento de los objetivos de la calidad y a la especificación de los procesos operativos necesarios y de los recursos relacionados para cumplir los objetivos de la calidad.
- d.10. Control de la calidad.- Parte de la gestión de la calidad orientada al cumplimiento de los requisitos de la calidad.
- d.11. Aseguramiento de la calidad.- Parte de la gestión de la calidad orientada a proporcionar confianza en que se cumplirán los requisitos de la calidad.
- d.12. Mejora de la calidad.- Parte de la gestión de la calidad orientada a aumentar la capacidad de cumplir con los requisitos de la calidad.
- d.13. Mejora continua.- Actividad recurrente para aumentar la capacidad para cumplir los requisitos.
- d.14. Eficacia.- Extensión en la que se realizan las actividades planeadas y se alcanzan los resultados:
- d.15. Eficiencia.- Relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados.



- e. Términos relativos a la organización.
  - e.1. Organización.- Conjunto de personas e instalaciones con una disposición de responsabilidades, autoridades y relaciones.
  - e.2. Estructura de la organización.- Disposición de responsabilidades, autoridades y relaciones entre el personal.
  - e.3. Infraestructura.- <Organización>. Conjunto de instalaciones, equipos y servicios necesarios para el funcionamiento de un sistema.
  - e.4. Ambiente de trabajo.- Conjunto de condiciones bajo las cuales se desarrollan actividades laborales.
  - e.5. Cliente.- Organización o persona que recibe un producto.
  - e.6. Proveedor.- Organización o persona que proporciona un producto.
  - e.7. Parte interesada.- Persona o grupo que tenga un interés en el desempeño o éxito de una organización.
  
- f. Términos relativos al proceso y al producto.
  - f.1. Proceso.- Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados.
  - f.2. Producto.- Resultado de un proceso.
  - f.3. Proyecto.- Proceso único consistente en un conjunto de actividades coordinadas y controladas con fechas de inicio y de finalización, llevadas a cabo para lograr un objetivo conforme con requisitos específicos, incluyendo las limitaciones de tiempo, costos y recursos.
  - f.4. Diseño y desarrollo.- Conjunto de procesos que transforma los requisitos en características especificadas o en la especificación de un producto, proceso o sistema.
  - f.5. Procedimiento.- Forma especificada para llevar a cabo una actividad o un proceso.
  
- g. Términos relativos a las características.
  - g.1. Característica.- Rasgo diferenciador.
  - g.2. Característica de la calidad.- Característica inherente de un producto, proceso o sistema relacionado con un requisito.

- g.3. Seguridad de funcionamiento.- Término colectivo utilizado para describir el desempeño de la disponibilidad y de los factores que la influyen: desempeño de la confiabilidad, de la capacidad de mantenimiento y del mantenimiento de apoyo.
- g.4. Trazabilidad.- Capacidad para seguir la historia, la aplicación o la localización de todo aquello que está bajo consideración.
- h. Términos relativos a la conformidad.
  - h.1. Conformidad.- Cumplimiento de un requisito.
  - h.2. No conformidad.- Incumplimiento de un requisito.
  - h.3. Defecto.- Incumplimiento de un requisito asociado a un uso previsto o especificado.
  - h.4. Acción preventiva.- Acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad potencial u otra situación potencialmente indeseable.
  - h.5. Acción correctiva.- Acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad detectada u otra situación indeseable.
  - h.6. Corrección.- Acción tomada para eliminar una no conformidad detectada.
  - h.7. Reproceso.- Acción tomada sobre un producto no conforme para que cumpla con los requisitos.
  - h.8. Reclasificación.- Variación de la clase de un producto no conforme, con requisitos que difieren de los iniciales.
  - h.9. Reparación.- Acción tomada sobre un producto no conforme para convertirlo en aceptable para su utilización prevista.
  - h.10. Desecho.- Acción tomada sobre un producto no conforme para impedir su uso inicialmente previsto.
  - h.11. Permiso de desviación.- Autorización para apartarse de los requisitos originalmente especificados de un producto antes de su realización.
  - h.12. Liberación.- Autorización para proseguir con la siguiente etapa de un proceso.
- i. Términos relativos a la documentación.
  - i.1. Manual de la calidad.- Documento que especifica el sistema de gestión de la calidad de una organización.

- i.2. Plan de la calidad.- Documento que especifica qué procedimientos y recursos asociados deben aplicarse, quién debe aplicarlos y cuándo deben aplicarse a un proyecto, proceso, producto o contrato específico.
- i.3. Registro.- Documento que presenta resultados obtenidos o proporciona evidencia de actividades desempeñadas.
- j. Términos relativos al examen.
  - j.1. Evidencia objetiva.- Datos que respaldan la existencia o veracidad de algo.
  - j.2. Inspección.- Evaluación de la conformidad por medio de observación y dictamen, acompañada cuando sea apropiado por medición, ensayo/prueba o comparación con patrones.
  - j.3. Ensayo/prueba.- Determinación de una o más características de acuerdo con un procedimiento.
  - j.4. Verificación.- Confirmación mediante la aportación de evidencia objetiva de que se han cumplido los requisitos especificados.
  - j.5. Validación.- Confirmación mediante el suministro de evidencia objetiva de que se han cumplido los requisitos para una utilización o aplicación específica prevista.
  - j.6. Proceso de calificación.- Proceso para demostrar la capacidad para cumplir los requisitos especificados.
  - j.7. Revisión.- Actividad emprendida para asegurar la conveniencia, adecuación y eficacia del tema objeto de la revisión, para alcanzar unos objetivos establecidos.
- k. Términos relativos a la auditoría.
  - k.1. Auditoría.- Proceso sistemático, independiente y documentado para obtener evidencias de la calidad y/o no conformidad y evaluarlas de manera objetiva con el fin de determinar la extensión en que se cumplen los criterios de la auditoría.
  - k.2. Programa de la auditoría.- Conjunto de una o más actividades planificadas para un periodo de tiempo determinado y dirigidas hacia un propósito específico, que determine el grado de calidad contratada.
  - k.3. Criterios de la auditoría.- Conjunto de políticas, procedimientos o requisitos utilizados como referencia.

- k.4. Evidencia de la auditoría.- Registros declaraciones de hechos o cualquier otra información que son pertinentes para los criterios de auditoría y que son verificables.
- k.5. Hallazgos de la auditoría.- Resultados de la evaluación de la evidencia de la auditoría recopilada frente a los criterios de auditoría.
- k.6. Conclusiones de la auditoría.- Resultado de los hallazgos que proporciona el equipo auditor tras considerar los objetivos de la auditoría.
- k.7. Cliente de la auditoría.- Organización o persona que solicita el servicio.
- k.8. Auditado.- Organización que es auditada.
- k.9. Auditor.- Persona con la competencia para llevar a cabo una auditoría.
- K.10. Equipo auditor.- Uno o más auditores que llevan a cabo una auditoría.
- k.11. Experto técnico.- <Auditoria>. Persona que aporta experiencia o conocimientos específicos con respecto a la materia que se vaya a auditar.
- k.12. Competencia.- Habilidad demostrada para aplicar conocimientos y aptitudes.
- l. Términos relativos al aseguramiento de la calidad para los procesos de medición.
  - l.1. Sistema de control de las mediciones.- Conjunto de elementos interrelacionados o que interactúan, necesarios para lograr la confirmación metrológica y el control continuo de los procesos de medición.
  - l.2. Proceso de medición.- Conjunto de operaciones que permiten determinar el valor de una magnitud.
  - l.3. Confirmación metrológica.- Conjunto de operaciones necesarias para asegurar que el equipo de medición cumple con los requisitos para su uso previsto.
  - l.4. Equipo de medición.- Instrumentos, software, patrón de medición, material de referencia y/o equipos auxiliares o combinación de ellos, necesarios para llevar a cabo un proceso de medición.
  - l.5. Característica metrológica.- Rasgo distintivo que puede influir sobre los resultados de la medición.

I.6. Función metrológica.- Función con responsabilidad en la organización para definir e implementar el sistema de control de las mediciones.

#### A.03. Clasificación.

a.- La clasificación de la verificación de la calidad está en función del objeto a calificar por lo que se tiene:

- 1.- Verificación de la calidad de equipos.
- 2.- Verificación de la calidad de sistemas.

b.- La verificación de la calidad según el procedimiento:

- 1.- En el sitio de compra o de la fabricación.
- 2.- En el sitio de operación.
- 3.- En el sitio de compra o de fabricación y en el sitio de operación de los equipos o sistemas.

c.- Según la cantidad a comprar.

- 1.- Compras permanentes (en el sitio de producción).
- 2.- Compras esporádicas (por lote de compra en el sitio de uso).

d.- Según la alimentación energética al sistema o equipo.

- 1.- Verificación de la calidad de equipos o sistemas mecánicos.
- 2.- Verificación de la calidad de equipos o sistemas eléctricos.

#### A.04. Objeto.

A.04.a. El desarrollo de los capítulos normativos correspondientes a este Libro 5, tienen como objeto, establecer los requisitos de ejecución en la verificación de la calidad de los equipos y/o sistemas mecánicos o eléctricos que el Gobierno del Distrito Federal, va a adquirir a través de contratistas, excepto aquellos casos en que los determine la contratante a través de la Ley de Adquisiciones, para integrarlos en sus obras; así mismo, establecer las directrices de la gestión de la calidad que debe aplicar el representante del Gobierno del Distrito Federal, al adquirir éste los equipos y sistemas mencionados en este Libro.

## B. REFERENCIAS.

- B.01. Las normas que se presentan a continuación, se citan de manera enunciativa no limitativa y están vinculadas de manera directa o indirectamente con los equipos y sistemas que forman parte o se integran a las obras que construye el Gobierno del Distrito Federal. Las referencias que se incluyan en los capítulos 5.01.01.002, 5.01.01.003; 5.01.02.001 y 5.01.02.002 de este Libro 5, aplicarán particularmente para los equipos o sistemas mencionados en el texto del capítulo correspondiente.

CONCEPTOS	CAPÍTULO DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Ley Federal Sobre Metrología y Normalización		SECOFI
Sistema General de Unidades de Medida	NOM-008-SCFI	SECOFI
Electromecánicos.	2.01.02.005	G.D.F.
Edificaciones.	2.03.02.002	G.D.F.
Alumbrado público	2.03.06..011	G.D.F.
Intercomunicación y sonido.	2.03.09.006	G.D.F.
Aire acondicionado y refrigeración.	2.03.09.007	G.D.F.
Equipos electromecánicos de transporte.	2.03.09.008	G.D.F.
Transportación vertical.	3.01.01.038	GDE..
Control de la Ejecución de la Obra Pública	Libro 2 tomo IV	G.D.F.
Instalación hidráulica en edificios.	3.01.02.021	G.D.F.
Instalación de gas combustible en edificios.	3.01.02.022	G.D.F.
Instalación de sistemas contra incendio.	3.01.02.023	G.D.F.
Instalación de equipo eléctrico de control y protección.	3.01.02.030	G.D.F.
Instalación de bomba.	3.01.02.050	G.D.F

CONCEPTOS	CAPÍTULO DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Instalación de motor eléctrico.	3.01.02.031	G.D.F.
Instalación de ductos para aire acondicionado.	3.01.02.034	G.D.F.
Instalaciones hidrosanitarias y pluviales.	8.01.02.004	G.D.F.
Instalación de gas.	8.01.02.005	G.D.F.
Sistemas contra incendio	8.01.02.008	G.D.F.
Instalación eléctrica en edificios	8.02.01.003	G.D.F.
Sistema de tierra y pararrayos	8.02.01.005	G.D.F.
Instalación telefónica y de intercomunicación	8.02.01.006	G.D.F.
Motores eléctricos en general	8.02.01.007	G.D.F.
Bombas	8.02.02.002	G.D.F.
Instalación de aire acondicionado	8.02.02.003	G.D.F.
Instalación de transportación electromecánica	8.02.02.004	G.D.F.
Motores de combustión interna	8.02.02.007	G.D.F.
Calderas	8.02.02.008	G.D.F.
Sistemas de gestión de la calidad. Recomendaciones para la mejora del desempeño	NMX-CC-9004	IMNC
Sistema de gestión de la calidad. Requisitos	NMX-CC-9001	IMNC
Administración de la calidad. Directrices para planes de calidad	NMX-CC-019	IMNC
Directrices para la documentación de sistemas de gestión de la calidad.	NMX-CC-1013	IMNC

## C. REQUISITOS DE EJECUCIÓN.

C.01. El Libro 5 tomos I y II que tratan sobre la verificación de la calidad de los equipos y sistemas, está dividido en capítulos que deben estar constituidos cada uno de ellos por las siguientes cláusulas:

a.- Cláusula A.- Definiciones, clasificación y objeto: Como su nombre lo indica, define los servomecanismos y sistemas por su especialidad y por el tipo de energía que emplea para realizar un trabajo, a su vez los clasifica en función de su composición básica como un elemento para desarrollar una función determinada o como una combinación de mecanismos, dispositivos y elementos que agrupan a un conjunto o conjuntos de éstos y que desarrollan un trabajo más complejo que el que realiza un sistema. En el objeto se establece el motivo que dio origen al capítulo correspondiente y en éste último se darán los parámetros de calidad de los equipos y sistemas.

b.- Cláusula B.- Referencias de la calidad de equipos o sistemas en otros documentos. En esta cláusula se relacionarán las normas descritas en otros documentos de otros organismos de normalización o en otros capítulos de las Normas de Construcción del Gobierno del Distrito Federal, que están vinculados con conceptos del capítulo que se desarrolla y que se mencionan en esta cláusula con el fin de evitar repeticiones en el contexto del capítulo que se está desarrollando y a la vez aprovechar la información obtenida por otras dependencias o instituciones dedicadas a la investigación o comprobación de dicha información mediante métodos científicamente establecidos y aceptados por organismos internacionales de normalización.

c.- Cláusula C.- Requisitos de calidad de equipos o sistemas: En esta cláusula se establecerán las características y propiedades que deben tener los equipos y sistemas, comprobada su calidad mediante pruebas o procedimientos de verificación en el sitio de fabricación y como comprobación de la calidad garantizada por el fabricante, en el sitio permanente de la obra.

Estas cláusulas establecidas para el Libro 5 "Calidad de Equipos y Sistemas", están acorde con lo señalado en el apartado 12.4.5.1 "Libro de Normas de Calidad de los Equipos y Sistemas que pasan a formar parte de las obras", de la Sección 12 "Lineamientos para la formulación e integración de las normas y especificaciones de construcción aplicables genéricamente a todos los trabajos que realiza el Gobierno del Distrito Federal, (Normas) y por grupos típicos de ellos (Especificaciones), referentes a obras públicas", de las Políticas Administrativas, Bases y Lineamientos en Materia de Obra Pública.



C.02. La finalidad de establecer un sistema de gestión de calidad, es permitir la verificación de esta cualidad en los equipos y/o sistemas ya sea en la planta de fabricación o una vez instalado permanentemente en la obra, a la vez, tener la certidumbre que cualquier bien mueble adquirido por el Gobierno del Distrito Federal, funcionará de manera apropiada en el medio en que estará en operación y para lo cual, el fabricante y/o proveedor extenderá la garantía correspondiente.

C.03. El sistema de gestión de la calidad de equipos y sistemas debe estar establecida por el fabricante, mejorando continuamente su eficacia, en la medida que los avances tecnológicos y la exigencia del cliente se lo demande.

Por tal motivo, los fabricantes o proveedores de equipos y sistemas deben implementar dentro de su estructura organizacional un conjunto de recursos, responsabilidades y procedimientos para asegurar que los productos terminados cumplan satisfactoriamente con el fin a que están destinados. Para que se dé este resultado, es necesario vigilar y tener control sobre esta acción para mantener la calidad final y constante, teniendo como su premisa su seguimiento permanente, comprobando la calidad mediante pruebas consideradas en las normas de calidad señaladas en la Cláusula de Referencias de este capítulo, especificaciones u otros documentos, en los que se indique además, si las pruebas deben establecerse durante el proceso de fabricación, o una vez instalados en el sitio de la obra donde permanecerán funcionando, o en ambas partes.

C.04. Dadas las condiciones de alto grado de especialidad en la fabricación de los equipos o sistemas, es necesario que se constate en fábrica la aplicación del sistema de aseguramiento de calidad mediante la implantación de los requisitos establecidos en la norma NMX-CC-9001-IMNC "Sistemas de Gestión de calidad. Requisitos". Cuyas especificaciones permiten demostrar la capacidad del fabricante para proporcionar productos que satisfagan el objetivo del Gobierno del Distrito Federal.

C.05. Cuando los equipos o sistemas son fabricados en el extranjero y no es posible constatar la aplicación de sistemas de calidad, ni verificar los resultados de las pruebas en dicha fábrica, el Gobierno del Distrito Federal sólo podrá aceptar dichos equipos o sistemas cuando satisfaga sus requerimientos y especificaciones, se demuestre que funcionan de manera apropiada en el medio y bajo las condiciones de trabajo requeridas contractualmente.

Aunado a esto, la documentación que acompaña la adquisición, entre otros, debe indicar que en su proceso de fabricación está implementada la norma internacional ISO-9000 correspondiente y que cuenta con certificado de calidad en sus partes y funcionamiento. Cuando se trate de equipos o sistemas eléctricos, en su documentación y placa de identificación debe constar además de lo anteriormente descrito, que tiene la certificación de organismos dedicados a aseguramiento de calidad contra incendio.

- C.06. La Norma Mexicana NMX-CC-9001-IMNC, "Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos" empleada para evaluar la capacidad de cumplimiento de los requisitos de calidad solicitados por el cliente, se complementa con la aplicación de las Normas Mexicanas NMX-CC-1013-IMNC, "Directrices para la documentación de sistemas de gestión de la calidad", NMX-CC-019-IMNC "Administración de la calidad. Directrices para planes de calidad" y la NMX-CC-9004-IMNC, "Sistemas de gestión de la calidad. Recomendaciones para la mejora del desempeño".
- C.07. Los requisitos señalados en el presente capítulo son genéricos y aplican en este Libro 5, ya que la intención es lograr el objetivo de calidad de los equipos y sistemas, sin importar su tipo y tamaño del producto adquirido por el Gobierno del Distrito Federal.
- C.08. Cuando uno o varios requisitos señalados en este capítulo no se puedan aplicar debido a la naturaleza del fabricante y su producto, y el Gobierno del Distrito Federal, considere que este fabricante cuenta con antecedentes de calidad de sus productos, eficiencia en el cumplimiento contractual, garantías y certificados de calidad, disponibilidad de refacciones, personal operario capacitado; entre otros, el Gobierno del Distrito Federal, podrá optar por otra normatividad que aplique el fabricante, pero que permita tener como resultado la calidad requerida.
- Cuando se opte por otra normatividad diferente, dicha normatividad debe proporcionar productos que cumplan con los requisitos solicitados por el Gobierno del Distrito Federal y con las necesariamente aplicables para garantizar una calidad mínima obligada por los organismos fiscalizadores, y esta calidad no debe ser menor que la señalada en los documentos que forman parte del contrato GDF- proveedor.
- C.09. El proveedor, debe identificar en sus procesos, la secuencia y su interacción para la aplicación del sistema de gestión de la calidad. Determinar el procedimiento para lograr que la operación y el control de este proceso sea eficaz contando con la información necesaria. Así mismo darle el seguimiento, la medición y el análisis, así como realizar las acciones necesarias para lograr los resultados especificados y contar con el plan de mejora continua en todos sus procesos.

C.10. El proveedor debe contar con documentación de gestión de la calidad. Esta documentación debe controlarse de acuerdo a lo siguiente:

- a. Mantener la documentación para proporcionar evidencia de la conformidad de los requisitos y operación eficaz del sistema.
- b. Los documentos deben ser registros legibles, identificables y recuperables.
- c. Establecer el documento que permita definir los controles de identificación, almacenamiento, protección, recuperación, el tiempo de archivo y su disponibilidad. Además.
- d. Revisar, actualizar y aprobar los documentos antes de su aplicación.
- e. Identificar los cambios en los documentos y prevenir el uso no intencionado de documentos obsoletos.
- f. Los documentos deben estar en los sitios en que podrán ser usados.
- g. En el caso de que el proveedor haya contratado externamente cualquier proceso, debe asegurarse de que se identifican los documentos de origen externo y se controla su distribución.

C.11. La documentación del sistema de gestión de la calidad debe incluir:

- a. Proyecto y declaración de la política de calidad y del objetivo de su implementación y que cumpla:
  - 1. Con el propósito del proveedor.
  - 2. Compromiso de cumplir con los requisitos del sistema de gestión de la calidad.
  - 3. Que sea entendido, revisado y comunicado el sistema de gestión de la calidad, dentro de la organización del proveedor.
- b. Un manual de calidad que incluya:
  - 1. El alcance del sistema de gestión de la calidad, los procedimientos, documentados establecidos para el sistema de gestión de la calidad.
  - 2. La explicación a detalle de la introducción de los procesos de los sistemas de gestión de la calidad.

C.12. El proveedor debe planificar el sistema de gestión de la calidad con el fin de cumplir los requisitos indicados en el subinciso C.09, así como los objetivos de la calidad y mantener la integridad del sistema de gestión de la calidad cuando surjan cambios en éste.

- C.13. De acuerdo a lo señalado en el subinciso C.04, el personal dedicado a realizar los trabajos involucrados con la calidad del producto, debe ser competente, con base en educación, formación, habilidades y experiencia apropiados y el proveedor debe determinar la competencia necesaria, capacitar al personal para satisfacer los requisitos de calidad, inculcar en el personal la importancia de sus actividades y cómo contribuye en el logro de los objetivos y mantener los requisitos del personal capacitado que cuenta con educación, formación, habilidad y experiencia.
- C.14. El proveedor debe contar con la infraestructura apropiada para desarrollar el sistema de gestión de la calidad, por lo que debe contar con edificaciones o espacios necesarios y sus servicios asociados, equipos para su proceso mecánicos, eléctricos, computacionales y software, servicios de apoyo como son transporte y comunicación.
- C.15. El proveedor debe planificar y desarrollar los procesos para la realización del producto en forma coherente con los requisitos de otros procesos del sistema de gestión de la calidad. Ver subinciso C.09, así mismo, determinar los requisitos de calidad del producto terminado y plantear los objetivos generales de calidad en los procesos, documentándolos y proporcionando los recursos necesarios para lograr dichos resultados, desarrollando actividades de verificación, validación, seguimiento y sometiendo al producto final a pruebas de control de calidad para valorarlo y aplicar el criterio de aceptación o rechazo cuando no cumpla con la especificación contractual.

Durante la realización de estos trabajos, es necesario dejar evidencia de los resultados, mediante registros documentales que respalden los resultados.

- C.16. La realización contractual Gobierno del Distrito Federal –proveedor, debe permitir la comunicación estrecha, de forma tal que los requisitos de calidad especificados para la fabricación o adquisición de equipos o sistemas se cumplan durante la entrega y posterior a ella, aún si estos requisitos no estuvieran especificados, pero que son necesarios para el buen funcionamiento del producto; por tal motivo, el proveedor debe mantener constante revisión de estos requisitos antes de que le sean entregados al GDF.

Una vez convocados los requisitos de calidad de los equipos o sistemas, el proveedor debe asegurarse de: que los requisitos de calidad solicitados sean claros y precisos, que no existan diferencias en cuanto a la calidad de los requisitos especificados en el contrato y los que pueden lograrse en su fabricación o proveeduría y si el proveedor tiene la capacidad para cumplir con dichos requisitos.

- C.17. Cuando el Gobierno del Distrito Federal no proporcione una declaración escrita de los requisitos de calidad o cambie dichos requisitos con el correspondiente comunicado al proveedor, éste debe asegurarse de que tanto la documentación sea modificada, como que el personal tenga conocimiento de dichos cambios.
- C.18. En la organización se debe planificar el diseño del equipo o sistema, por lo que debe determinar: las etapas de diseño o desarrollo con sus revisiones, verificaciones y pruebas, así como la responsabilidad de cada uno de los grupos de personas involucradas y asegurarse que la comunicación entre ellos es la apropiada.
- C.19. La información básica para el diseño y desarrollo del equipo o sistema debe ser completa sin ambigüedades y no debe ser contradictoria, debe incluir además: los requisitos funcionales y de desempeño, legales y reglamentarios aplicables y la información proveniente de diseños similares anteriores.
- C.20. Los resultados del diseño y desarrollo deben permitir realizar una verificación con los datos básicos que dieron origen al producto, por lo que deben cumplir con la información básica, proporcionar la información necesaria para la adquisición de insumos y la producción del bien contratado, así como hacer referencia a los criterios de aceptación del producto y contar con las especificaciones que permitan un uso eficiente y seguro. Además se hace necesario evaluar la capacidad de los resultados del diseño y desarrollo así como cumplir los requisitos, e identificar cualquier problema y proponer las acciones que sean necesarias; a su vez, el personal encargado de las revisiones debe tener estrecha comunicación con los involucrados en las etapas de diseño y desarrollo. Toda la información que resulte de las revisiones, debe quedar registrada en la documentación correspondiente.
- C.21. Se debe realizar la verificación de que los elementos de entrada del diseño y desarrollo cumplen los requisitos de acuerdo con lo planificado, como se indicó en el subinciso C.18.
- C.22. La validación del diseño y desarrollo se debe realizar de acuerdo con lo planificado como se indicó en el subinciso C.18, con el fin de confirmar que el producto resultante satisface plenamente los requisitos y puede aplicarse, según el uso previsto. Esta validación debe hacerla el proveedor. Todos los cambios deben revisarse, verificarse, validarse y aprobarse antes de la entrega o implementación del producto y deben mantenerse registros de los resultados obtenidos. La revisión de los cambios del diseño y desarrollo debe incluir la evaluación del efecto de los cambios en las partes constitutivas y en el producto ya entregado.

- C.23. En relación a las compras de materiales para el diseño del producto final, el proveedor debe asegurarse de que el producto adquirido cumple los requisitos especificados y cuidar de que se tenga un control riguroso, ya que de éste, depende la posterior realización del equipo o sistema.

El proveedor debe seleccionar al suministrador de los materiales que conforman dichos equipos o sistemas, en función de su capacidad para suministrar productos de acuerdo con los requisitos exigidos contractualmente y establecer criterios para la selección, evaluación y reevaluación, dejando constancia mediante registros de los resultados.

La información de las compras debe describir el producto a comprar, incluyendo los requisitos: para la aprobación del producto; para la calificación del personal y del sistema de gestión de la calidad. Para el caso de que exista la necesidad de realizar una adecuación a los requisitos de compra, ésta debe comunicársele al representante del Gobierno del Distrito Federal.

- C.24. Cuando el representante del Gobierno del Distrito Federal, requiera realizar una inspección en las instalaciones del proveedor con el fin de constatar la calidad y cantidad de los materiales adquiridos y que formarán parte de los equipos o sistemas, debe dársele las facilidades necesarias a dicho representante para que realice el trabajo encomendado.

- C.25. El proveedor debe llevar acabo la producción en forma planificada y controlada mediante la disponibilidad de la información que describa las características del producto y de las instrucciones de trabajo cuando sea necesario, el uso del equipo apropiado, de dispositivos de requerimiento y medición , la implementación del seguimiento y de la medición como método de control de la producción y la implementación de actividades de liberación que representa la autorización para proseguir con la siguiente etapa.

- C.26. Tanto el Gobierno del Distrito Federal como el proveedor deben validar aquellos procesos de producción donde los productos resultantes no puedan verificarse mediante actividades de seguimiento o medición posteriores.

Esto incluye a cualquier proceso en el que las deficiencias se presenten cuando el producto esté en operación.

La validación debe demostrar la capacidad de estos procesos para alcanzar los resultados planeados y la organización debe establecer las disposiciones de estos procesos, incluyendo cuando sea necesario: los criterios para la revisión y aprobación o rechazo de los procesos, de equipos y personal calificado; el uso de métodos y procedimientos específicos, los requisitos que deben cumplir los registros y la revalidación.

- C.27. La organización debe identificar el producto a través de todo el proceso de su realización mediante el método apropiado de trazabilidad, identificando el estado del producto en cada una de sus etapas, con respecto a los requisitos de calidad durante su seguimiento y medición.

La trazabilidad debe ser un requisito obligatorio para el proveedor cuando el Gobierno del Distrito Federal establezca las condiciones contractuales de compra de algún equipo o sistema, por lo que el proveedor debe controlar y registrar la identificación única del producto.

- C.28. El proveedor debe cuidar los bienes que son propiedad del Gobierno del Distrito Federal mientras estén bajo su contrato, para su utilización o incorporación dentro del producto, sometiéndolos a identificación, verificación de su estado o condición, protección y salvaguarda.

Cualquier bien que sea propiedad del Gobierno del Distrito Federal que se extravíe, deteriore o que al revisarlo no tenga las condiciones apropiadas para su utilización, debe ser registrado documentalmente y dar aviso al representante del Gobierno del Distrito Federal.

- C.29. El proveedor debe mantener las características de calidad especificadas del producto y de sus partes, durante el proceso interno y la entrega al destino previsto. Esta preservación debe incluir la identificación, manejo, embalaje, almacenamiento y protección.

- C.30. El Gobierno del Distrito Federal y el proveedor, deben determinar el seguimiento y la medición a realizar (1), así como los dispositivos de medición y seguimiento necesarios para proporcionar la evidencia de la conformidad de producto con los requisitos especificados contractualmente.

El proveedor en sus procesos establecidos debe contar con mecanismos para asegurarse de que el seguimiento y medición se realizan de una manera coherente con los requisitos de seguimiento y medición.

(1) Generalmente el proveedor tiene establecido el seguimiento en su proceso de fabricación, de acuerdo a estándares internacionales ISO 9000 o estándares propios; esto último, en ocasiones sin estar avalados por ISO 9000, pero que le permiten tener una calidad equiparable con aquellos otros proveedores que si mantienen una calidad competitiva internacionalmente y auditada tres o cuatro veces anualmente, con metodologías registradas ante ISO 9000.

- C.31. Para asegurarse de la validez de los resultados, el equipo de medición debe: calibrarse o verificarse a intervalos especificados antes de su utilización, comparado con patrones de medición de laboratorios de ensayo y de calibración acreditados ante la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA); ajustarse o reajustarse según sea necesario, identificarse para determinar el estado de calibración, vigilar que los ajustes realizados a los equipos no se realicen en forma indebida, invalidando el resultado de la medición, así como proteger el equipo contra daños de cualquier tipo durante el manejo, mantenimiento y almacenamiento. Cuando haya sido acordado contractualmente, el proveedor debe permitir al representante del Gobierno del Distrito Federal constatar la evaluación y registro de validez de los resultados de las mediciones mediante patrones, de tal forma que de constatarse cualquier anomalía en la conformidad con los requisitos de calidad en la calibración de los equipos, el proveedor debe tomar las acciones apropiadas sobre el equipo o cualquier producto afectado. De esto, de los resultados de la calibración y la verificación deben mantenerse registros.

Debe contarse con programas y equipo informático de capacidad apropiada para satisfacer su aplicación tal y como fue planeada, cuando estos programas se utilicen en el seguimiento y medición de los requisitos especificados.

Con respecto a la medición, estos se deben realizar con equipos calibrados en laboratorios acreditados.

- C.32. El Gobierno del Distrito Federal debe planificar los procesos, seguimientos de medición y análisis y el proveedor debe planificar e implementar los procesos de seguimiento, medición, análisis y mejora necesarios para demostrar la conformidad del producto, asegurarse de la conformidad y mejora continua de la gestión de la calidad, incluyendo la determinación de los métodos aplicables y las técnicas estadísticas y el alcance de su utilización.
- C.33. El representante del Gobierno del Distrito Federal debe constatar que el proveedor ha entendido que la calidad del producto terminado es una de las premisas más importantes de las establecidas contractualmente, de tal forma que la percepción del representante del GDF, se fundamente en el tipo, calidad y cantidad de información que el proveedor le ha solicitado para cumplir con el compromiso establecido.
- C.34. Dentro de la inspección que el representante del Gobierno del Distrito Federal, puede incluir, es que el proveedor lleve a cabo a intervalos planeados, auditorías internas para determinar si su sistema de gestión de la calidad está de acuerdo con las disposiciones planeadas y establecidas según especificaciones de normatividad indicados en normas mexicanas para tal fin y que de existir diferencias, sean corregidas inmediatamente una vez detectadas, y que una vez



implantado este sistema de autoevaluación, se mantenga de manera eficaz, cuando menos durante el tiempo necesario para satisfacer el compromiso contractual. Además, se debe constatar que el proveedor ha planeado un programa de auditorías, que ha tomado en consideración el estado y la importancia de los procesos y las áreas a auditar y los resultados de auditorías previas, que ha definido los criterios de la auditoría interna y su alcance, así como su metodología y su frecuencia de aplicación. Los auditores internos seleccionados no deben auditar sus propios trabajos para asegurar la objetividad e importancia del proceso de auditoría.

Las responsabilidades y requisitos para la planificación y la realización de las auditorías internas, deben definirse en un procedimiento documentado para informar de los resultados.

El responsable del área que esté siendo auditada, debe asegurarse de que se están tomando acciones para eliminar o disminuir en lo posible las no conformidades detectadas y sus causas.

El informe de los resultados de la verificación de las acciones tomadas debe incluir las actividades de seguimiento.

C.35. Para asegurarse de la conformidad del producto, el proveedor debe aplicar los métodos apropiados para su seguimiento y cuando sea aplicable, la medición de los procesos del sistema de gestión de la calidad. Estos métodos deben demostrar la capacidad de los procesos para alcanzar los resultados planeados.

C.36. El proveedor debe medir y hacer un seguimiento de las características del producto para verificar que se cumplan sus requisitos. Esto debe llevarse a cabo dentro de las etapas apropiadas del proceso de realización del producto.

De presentarse la no conformidad, debe mantenerse la evidencia con los criterios de aceptación. En los documentos de registro, debe indicarse la(s) persona(s) que autoriza(n) la liberación del producto, ya que ésta no debe realizarse hasta que se hayan cumplido satisfactoriamente las disposiciones planeadas, a no ser que sean aprobados de otra manera por una autoridad dentro de la estructura corporativa del proveedor, o por el representante del Gobierno del Distrito Federal.

C.37. La no conformidad del producto debe tener un control estricto por lo que el proveedor debe asegurarse que el producto que no sea conforme con los requisitos, debe identificarse, separarse del producto con calidad especificada y mantener su control para evitar una entrega no intencional. Los controles, responsabilidades y autoridad responsable con el tratamiento del producto no conforme, deben estar definidos en un procedimiento documentado a manera

enunciativa como el siguiente: eliminando la no conformidad detectada, o impidiendo su uso o aplicación originalmente previsto.

De todas las acciones que el proveedor tome en relación con la naturaleza de la no conformidad, debe documentarse y mantener estos requisitos.

Para el caso de que un producto no conforme se corrija, debe someterse a una nueva verificación exhaustiva para demostrar su conformidad con los requisitos.

Cuando el Gobierno del Distrito Federal detecte un producto no conforme, una vez que éste ha sido entregado o ya está en operación, el proveedor debe considerar las acciones que le permita el contrato respectivo y el Gobierno del Distrito Federal, en su derecho, hacer valer los documentos que respalden la calidad del bien adquirido, además de considerar los daños colaterales que pudieran presentarse y de los cuales el proveedor estará obligado a resarcir sin un costo adicional para el Gobierno del Distrito Federal.

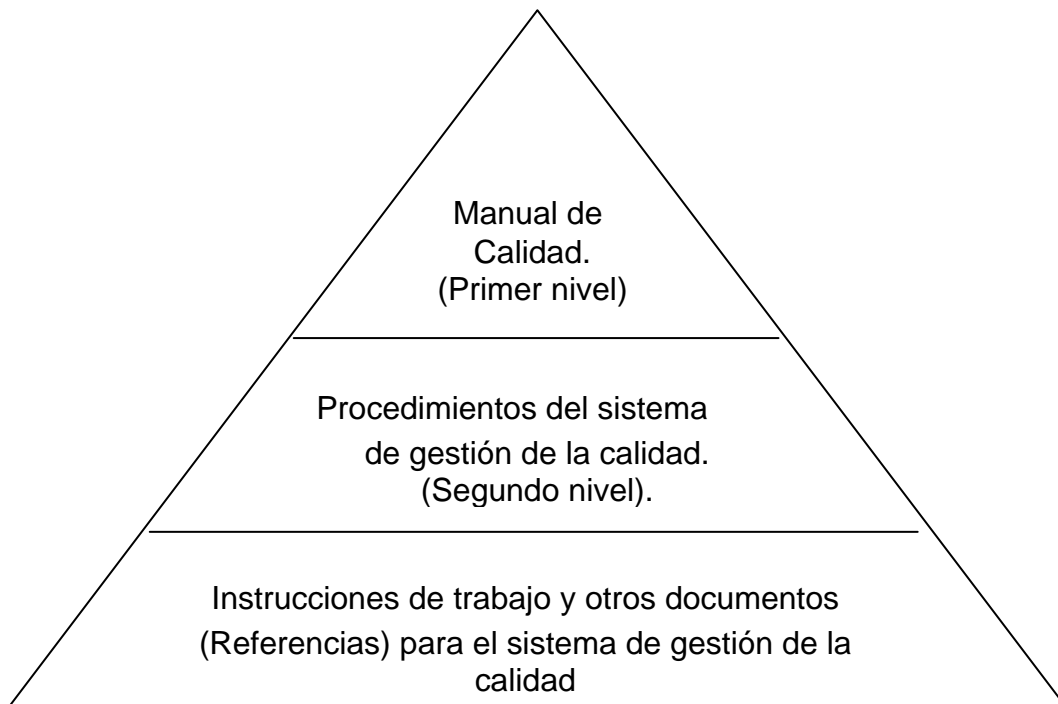
- C.38. La evaluación de la etapa del proceso donde puede realizarse la mejora continua de la eficacia del sistema de gestión de la calidad, debe determinarla el proveedor, mediante la recopilación y análisis de datos generados del resultado del seguimiento y medición de cualquier otra fuente pertinente. El análisis de datos debe proporcionar información sobre: la posible satisfacción del cliente, la conformidad con los requisitos del producto, las características y tendencias de los procesos y de los productos, incluyendo las oportunidades para llevar a cabo acciones preventivas y de los subcontratos efectuados para suministrarse materiales.
- C.39. El proveedor debe mantener la mejora continua de la eficacia del sistema de gestión de la calidad mediante el uso de la política de calidad, los objetivos de la calidad, los resultados de las auditorías, el análisis de datos, las acciones preventivas y correctivas y la revisión del proceso por la dirección.
- C.40. Las acciones preventivas las debe establecer el proveedor con el fin de eliminar las causas de no conformidad potenciales y prevenir su ocurrencia; estas acciones deben ser las apropiadas a los efectos de los problemas potenciales, por lo que debe establecerse un procedimiento documentado para definir los requisitos para: determinar las no conformidades potenciales y sus causas e implementar las acciones necesarias, evaluar la necesidad de actuar para prevenir la ocurrencia de no conformidades, registrar los resultados de las acciones tomadas y revisar las acciones preventivas tomadas.
- C.41. Las acciones correctivas debe establecerlas el proveedor para eliminar las causas de no conformidades, con el objeto de evitar que vuelvan a ocurrir. Las acciones correctivas deben ser apropiadas a los defectos de las no

conformidades encontradas. El procedimiento documentado para definir los requisitos debe establecerse para: revisar todas las no conformidades descubiertas antes, durante y después del proceso de terminación del producto

terminado, incluyendo no conformidades de productos en operación, determinar las causas de las no conformidades, evaluar la necesidad de adoptar acciones para asegurarse de que no conformidades no vuelvan a ocurrir, revisar las acciones correctivas tomadas y registrar sus resultados.

- C.42. Se entiende como “documentado” o documentación de sistemas de gestión de la calidad, a la forma de organizar la documentación del sistema de gestión de la calidad que satisfaga las necesidades del proveedor y como consecuencia las del Gobierno del Distrito Federal. El propósito o beneficio de tener documentado el sistema de gestión de la calidad para el proveedor y de lo cual debe constatar el representante del Gobierno del Distrito Federal, cuando exista una relación contractual, es el siguiente: describir el sistema de gestión de la calidad; suministrar la información necesaria para grupos de funciones relacionadas, de manera que las interrelaciones entre ellas sean más claras, definidas y entendibles; transmitir el mensaje de responsabilidad de la estructura corporativa de alcanzar el nivel de calidad especificado, como una garantía de continuidad en el mercado, con beneficio para toda la organización de la empresa; ayudar a los empleados a comprender su función dentro de la organización, proporcionándoles un mayor sentido de propósito e importancia de su trabajo, a la vez que facilite el entendimiento entre empleados y dirección respecto al logro de la calidad; especificar la forma en que se llevarán a cabo las actividades para lograr el objetivo especificado; dejar evidencia escrita de que se han alcanzado los requisitos de calidad especificados; tener para todo el personal involucrado, los parámetros de calidad definidos en un marco de operación claro y eficiente; tener la base para la formación de nuevos empleados; proveer: coherencia en las operaciones basadas en procesos documentados, una base para la mejor continuidad, confianza al cliente basada en los sistemas documentados, un marco de referencia claro de los requisitos para sus propios proveedores, una base para auditar el sistema de gestión de la calidad y para evaluar su eficacia y adecuación continua; demostrar a las partes interesadas las capacidades dentro de la organización.

El proveedor debe mantener una política de nivel de importancia de la documentación, por lo que ésta debe estar jerarquizada y a manera ilustrativa no limitativa, como la siguiente:



En el primer nivel se describe el sistema de gestión de la calidad, de acuerdo con los objetivos establecidos.

En el segundo nivel se describen los procesos interrelacionados para implementar el sistema de gestión de la calidad.

El tercer nivel contiene los documentos de trabajo definidos para alcanzar el objetivo.

El número de niveles puede ajustarse de acuerdo a las necesidades de la organización del proveedor.

- C.43. En repetidas ocasiones en el presente capítulo, se menciona el manual de la calidad, éste es único para cada organización, llámese proveedor o Gobierno del Distrito Federal, pero en este caso, ambos deben tener y seguir un sólo manual de la calidad, porque entre ambos existe una misma necesidad contractual, el primero de entrega y el segundo de recibir un producto de calidad verificable; así mismo, este manual de la calidad que es a la vez un informe técnico, debe permitir a su vez, flexibilidad en la definición de la estructura, forma, contenido o

el método de presentación de la documentación del sistema de gestión de la calidad para ambos tipos de organizaciones.

Un proveedor que tenga una organización pequeña, puede incluir toda la descripción de su sistema de gestión de la calidad, incluyendo todos los procedimientos documentados requeridos, mientras que otro proveedor con una organización más compleja, requiera varios manuales a nivel global, nacional o internacional, con una documentación también compleja. Pero independientemente de que el proveedor tenga una organización simple o compleja, el manual de calidad debe incluir el alcance del sistema de gestión de la calidad, los detalles de cualquier exclusión y su justificación, los procedimientos documentados, o referencia a ellos y una descripción de los procesos del sistema de gestión de la calidad y sus interacciones.

En el manual de la calidad debe incluirse la información acerca de la organización del proveedor tal como el nombre, ubicación, medios de comunicación, su línea de negocio, descripción de sus antecedentes, historia y tamaño. Este manual debe contener como mínimo, los siguientes elementos:

- a. Tabla de contenidos del manual de la calidad con el número y título de cada sección y su localización.
- b. La evidencia del estado de revisión, aprobación y modificación y la fecha del manual de la calidad.
- c La naturaleza del cambio (si lo hay), plenamente identificado.
- d Cuando la organización elige incluir la política de la calidad en el manual, éste puede incluir una declaración de la política y los objetivos de la calidad.

Las metas de la calidad reales para alcanzar esos objetivos pueden estar especificadas en otra parte de la documentación del sistema de gestión de la calidad como lo determina la organización. La política de la calidad debe incluir un compromiso de cumplir con los requisitos y mejorar continuamente la eficacia del sistema de gestión de la calidad; el manual de la calidad debe proporcionar una descripción de la estructura de la organización. En el manual de la calidad pueden incluirse o hacer referencia de la responsabilidad, autoridad e interrelación con sus organigramas y diagramas de flujo y/o descripciones de trabajos; el manual de la calidad debe contener una relación de documentos que sirvan como referencia; descripción del sistema de gestión de la calidad y su implementación en la organización del proveedor, así como las descripciones de los procesos y sus interacciones. Para facilitar la interpretación y aplicación, el proveedor y su organización debe documentar su sistema de gestión siguiendo la secuencia del flujo del proceso o la estructura de la norma seleccionada o cualquier secuencia apropiada para lograr los objetivos con calidad. El proveedor debe analizar la conveniencia en emplear de manera combinada una normatividad como referencia y el manual de la calidad; además pueden incluirse anexos con información que complementen el manual.

C.44. La directriz para la documentación del sistema para la gestión de la calidad denominada “procedimientos documentados” está constituida por una estructura y formato, que puede ser en papel o en medios electrónicos y puede estar definida por la organización del proveedor, por lo siguiente: texto y diagramas de flujo, tablas o por cualquier otro método apropiado, de acuerdo con las necesidades de la organización. Los procedimientos documentados pueden hacer referencia a instrucciones de trabajo que definan el desarrollo de una actividad y deben incluir:

- a.- Contenido.
- b.- Título para identificar el procedimiento documentado.
- c - El propósito del procedimiento documentado.
- d.- El alcance del procedimiento documentado, incluyendo a las áreas que involucra y a cuáles no.
- e - La responsabilidad y autoridad de las funciones del personal y/o de la organización, así como sus interrelaciones asociadas con los procesos y las actividades descritas en el procedimiento para mayor calidad en forma de diagramas de flujo y textos descriptivos. Las actividades pueden estar descritas a detalle, dependiendo de su complejidad, los métodos utilizados y del grado de capacidad o especialidad del personal, independientemente del nivel de detalle, los siguientes aspectos deben considerarse cuando sean aplicables: las necesidades propias de la organización del proveedor, de sus proveedores y del Gobierno del Distrito Federal, deben estar definidas; los procesos relacionados con las actividades requeridas, deben estar descritos mediante textos y diagramas; tener respuesta clara y definida acerca de qué debe hacerse, por quien, por qué parte de la organización del proveedor, porqué, cuando, dónde y cómo; descripción de los controles de proceso y de los controles de las actividades identificadas; definición de: los recursos necesarios para el logro de las actividades, de la documentación apropiada relacionada con las actividades requeridas, de los elementos de entrada y de las mediciones a tomar. La organización puede decidir que lo descrito en este subinciso, puede ser incluido en una instrucción de trabajo; los registros relacionados con las actividades descritas en el procedimiento documentado debe ser definido en esta sección o en otras secciones relacionadas. Los formularios que se utilicen para estos registros, deben estar identificados, así mismo, debe estar establecido el método para completar, archivar y conservar los registros; pueden incluirse anexos con información de apoyo al procedimiento documentado como tablas, gráficas, diagramas de flujos y formularios; debe indicarse la evidencia de la revisión y aprobación, estado de revisión y fecha de modificación del procedimiento documentado; de ser posible, la naturaleza del cambio debe estar identificada en el documento o en los anexos apropiados.

- C.45. Las instrucciones de trabajo deben ser desarrolladas para describir la realización del trabajo que podría verse afectado por la falta de estas instrucciones que deben contener un título y una identificación única.

La estructura, formato y nivel de detalle empleado en las instrucciones de trabajo, deben adaptarse a las necesidades del personal de la organización y dependen de la complejidad del trabajo, métodos utilizados, formación recibida y las habilidades y calificaciones de tal personal. La estructura de las instrucciones de trabajo puede variar con respecto a la de los procedimientos documentados, ya que estas instrucciones pueden estar incluidas en los procedimientos documentados o ser referencias.

Las instrucciones de trabajo deben describir las actividades críticas en forma clara, evitando detalles innecesarios y contar con personal con la información apropiada para realizar su trabajo correctamente, además deben cubrir el propósito, el alcance y los objetivos y hacer referencia a los procedimientos documentados pertinentes. En cualquier formato o combinación que sea seleccionado, las instrucciones deben estar en la secuencia de las operaciones que reflejen las actividades correspondientes; para lograr el objetivo establecido, el formato elegido debe ser coherente y mantenido, para reducir la confusión e incertidumbre. La organización debe proporcionar constancia de la revisión y aprobación de las instrucciones de trabajo y de su estado de revisión y fecha de modificación.

- C.46. Los formularios se desarrollan para registrar los datos que demuestren el cumplimiento de los requisitos del sistema de gestión de la calidad y deben contener un título, número de identificación, estado de revisión y fecha de modificación, estos formularios pueden servir como referencia o como anexos en el manual de la calidad.
- C.47. El plan de calidad es una parte de la documentación del sistema de gestión de la calidad, que muestra como ha de ser aplicado a la situación específica de que se trate, e identifica y documenta cómo la organización del proveedor logrará aquellos requisitos que son únicos al producto, este plan de calidad puede incluir procedimientos, instrucciones de trabajo y/o registros únicos.
- C.48. Las especificaciones son documentos que establecen requisitos únicos para satisfacer los requerimientos en cuanto a calidad de los equipos o sistemas y pueden incluirse entre ellas a los planos, requisitos legales, reglamentos, normas, códigos y manuales de mantenimiento.

- C.49. Los registros del sistema de gestión de la calidad son de vital importancia porque muestran los resultados obtenidos o proporcionan evidencia de que se están realizando las actividades establecidas en los procedimientos documentados e instrucciones de trabajo. Los registros deben indicar el cumplimiento de los requisitos de la gestión de la calidad y de los especificados para el producto.
- C.50. La documentación del sistema de gestión de la calidad debe ser llevada a cabo por el personal involucrado en los procesos, ya que esto produce un mejor entendimiento de los requisitos necesarios y proporciona al personal de un sentido de propiedad y compromiso. El empleo de los documentos existentes y referencias reducen significativamente el tiempo para desarrollar la documentación del sistema de gestión de la calidad, ya que sirve de ayuda para identificar las áreas donde el sistema de gestión de la calidad requiere ser considerado y corregido.
- C.51. El representante del Gobierno del Distrito Federal al implementar el sistema de gestión de la calidad mediante un método de elaboración de la documentación, debe: identificar los procesos necesarios para la implementación del sistema de gestión de la calidad, entender las interacciones entre estos procesos y documentar los procesos en la extensión necesaria para asegurar su eficaz operación y control.

El análisis de los procesos debe definir la cantidad de documentación necesaria para el sistema de gestión de la calidad y no la documentación la que conduzca a los procesos.

La secuencia de preparación de la documentación del sistema de gestión de la calidad que incluye los procedimientos e instrucciones de trabajo, generalmente son elaborados antes de finalizar el manual de calidad. De manera enunciativa se presentan las acciones que pueden iniciarse en el sistema de gestión de la calidad:

- a.- Decidir cuáles requisitos de documentación del sistema de gestión de la calidad son aplicables de acuerdo con la norma del sistema de gestión de la calidad.
- b.- Obtener datos acerca del sistema de gestión de la calidad y procesos existentes a través de cuestionarios, entrevistas, etc.
- c.- Establecer y elaborar una relación de los documentos del sistema de gestión de la calidad aplicable existente y analizarlos para determinar su utilidad.



- d.- Capacitar al personal que estará involucrado para que elabore la documentación y los requisitos de la norma del sistema de gestión de la calidad aplicable.
- e.- Solicitar y obtener fuentes adicionales de documentación o referencias de las unidades operativas.
- f.- Determinar la estructura y formato para los documentos propuestos.
- g.- Preparar diagramas de flujo que cubran los procesos dentro del alcance del sistema de calidad.
- h.- Analizar los diagramas de flujo para posibles mejoras e implementar esas mejoras.
- i.- Validar la documentación a través de pruebas de implementación.
- j.- Revisar y aprobar la documentación antes de su liberación.

C.52. Para evitar que la documentación sea demasiado extensa, y cuando sea apropiado deben incluirse referencias a normas de sistema de gestión de la calidad existentes reconocidas.

C.53. Antes de la emisión, los documentos deben ser revisados por el personal autorizado para asegurar la claridad, exactitud, adecuación y estructura apropiada; la liberación de los documentos debe ser aprobada por la dirección responsable de su implementación. El método de distribución de los documentos debe asegurar que estén disponibles para todo el personal que necesite la información. Se debe proporcionar un proceso para el inicio, desarrollo, revisión, control e incorporación de los cambios a los documentos.

La emisión y control de los cambios en los documentos son esenciales para asegurar que el contenido de los documentos es aprobado por el personal autorizado. El proveedor debe considerar el registro del historial de los cambios a los documentos para propósitos legales y/o de preservación de los conocimientos.

NOTA: Según la clasificación, las pruebas para puesta en operación de los equipos y sistemas, son señalados en este capítulo; sin embargo, en los capítulos donde se traten a detalle cada uno de los equipos o sistemas y su calidad, se describirán las pruebas a las que se someterán para comprobación de su calidad.

LIBRO 5 CALIDAD DE EQUIPOS Y SISTEMAS  
PARTE 01 ELECTROMECA'NICOS  
SECCION 01 MECANICOS  
CAPITULO 002 EQUIPOS MECANICOS

A. DEFINICION, CLASIFICACION Y OBJETO.

- A.01. Equipo mecánico.- Servomecanismo formado por los elementos y dispositivos necesarios, para convertir la energía recibida en energía de movimiento, dependiendo de su función especificada. Dichos equipos pueden ser:
- a. Bomba.- Equipo mecánico que convierte la energía (eléctrica o combustible) suministrada en energía mecánica y ésta en hidráulica, velocidad o posición.
  - b. Equipo de cloración.- Máquina para adicionar cloro ya sea líquido o gaseoso a una corriente de agua.
  - c. Equipo mezclador.- Dispositivo colocado dentro de un tanque de forma rectangular o circular de concreto reforzado o metálico, con el fin de agitar la masa de agua y lograr una distribución homogénea de los coagulantes que suministra al equipo dosificador.
  - d. Difusor de aire.- Es el componente del reactor biológico utilizado para la inyección de aire al proceso de tratamiento de aguas.
  - e. Recolector de lodos.- Es un sistema integrado por mamparas metálicas, madera o fibra de vidrio, accionada por motor reductor a base de mecanismo acoplados, que se desplazan y arrastran los lodos de los tanques hasta el depósito indicado en el proyecto; succionándolos median te un equipo de bombeo.
  - f. Ventilador.- Máquina empleada para propiciar el movimiento continuo de gases y transporte neumático de materiales.
  - g. Motor de combustión interna.- Es aquel que aprovecha la energía térmica contenida en un combustible para realizar un trabajo mecánico, que se aprovecha para satisfacer algún fin específico (accionar una bomba, un generador de corriente, un automóvil, etc.)

- h. Equipo de medición.- Aparato que permite medir el movimiento o la cantidad total de un fluido que ha pasado por una sección determinada de un conducto. El flujo se expresa en unidades de volumen, de masa o de peso del fluido. Para propósitos del presente capítulo, se tienen las siguientes definiciones:
- 1.- Medidor volumétrico.- Dispositivo conectado a un conducto cerrado que consiste de una cámara de volumen conocido y un mecanismo operado por el flujo de agua donde esta cámara es sucesivamente llenada y descargada.
  - 2.- Medidor tipo velocidad.- Dispositivo conectado a un conducto cerrado que consiste de un elemento móvil que deriva su velocidad de movimiento directamente de la velocidad del flujo de agua y este a su vez puede ser:
    - 2.1.- Medidor tipo hélice. – Medidor de velocidad que consiste de un rotor de alabes helicoidales que gira alrededor del eje del flujo, que se presenta en el interior del medidor.
    - 2.2.- Medidor de chorro único.- Medidor de velocidad que consiste de un rotor de turbina que gira alrededor de su eje, perpendicularmente al flujo de agua en el interior del medidor, en el que el chorro incide en un solo punto de la periferia del rotor.
    - 2.3.- Medidor de chorro múltiple.- Medidor de velocidad que consiste en un rotor de turbina que gira alrededor de su eje perpendicularmente al flujo de agua en el interior del medidor, en el que el chorro se divide e incide en varios puntos de la periferia del rotor .
  - 3.- Gasto.- Es el volumen de agua que pasa a través del medidor para agua por unidad de tiempo.
  - 4.- Gasto de sobrecarga.- Gasto al cual se requiere que el medidor opere de una manera satisfactoria por un corto periodo de tiempo sin deteriorarse, su valor es igual al doble del gasto permanente
  - 5.- Gasto mínimo.- El gasto más bajo el cual se requiere que el medidor de indicaciones dentro de la tolerancia de error permisible. Se determina con relación al valor numérico de la designación del medidor.
  - 6.- Alcance de medición.- Es el intervalo limitado por el gasto de sobrecarga  $g_s$  el gasto mínimo  $q_{min}$  en el cual las indicaciones del medidor no deben presentar errores que no excedan los máximos permisibles.

Este intervalo se divide en dos zonas una llamada campo superior y la otra campo inferior, separadas por el gasto de transición  $q_t$ .

- 7.- Gasto permanente.- Gasto al cual se refiere que el medidor opere de manera satisfactoria bajo condiciones de flujo estable o intermitente. Se determina con relación al valor numérico de la designación del medidor.
- 8.- Gasto de transición.- Valor de gasto, que esta entre el gasto de sobrecarga y el gasto mínimo, donde se divide el campo de medida y cambia de valor el error máximo permisible.
- 9.- Volumen del fluido. Cantidad de agua que pasa a través del medidor sin considerar el tiempo empleado.
- 10.-Dispositivo indicador.- Dispositivo que indica el volumen del fluido que pasa a través del medidor
- 11.- Presión normal (PN).- Designación numérica representada por un número redondeado para propósitos de referencia. Todos los medidores del mismo diámetro nominal (DN) designados por el mismo numero (PN) deben tener dimensiones compatibles para el acoplamiento de la red hidráulica.
- 12.- Presión máxima de trabajo ( $P_{m\acute{a}x}$ ).- Presión máxima interna que un medidor de agua debe soportar permanentemente a una temperatura dada.
- 13.- Diámetro nominal (DN).- Designación numérica común a todos los componentes de un sistema de tubería excluyendo a aquellos sistemas designados por su diámetro exterior por la dimensión de la rosca. Es un numero entero usado como referencia y esta relacionado aproximadamente a las dimensiones de construcción.
- 14.- Perdida de presión (bar).- A un gasto dado, es la caída de presión en la red hidráulica causada por la presencia del medidor para agua.
- 15.- Temperatura máxima admisible.  $T_{m\acute{a}x}$  ( $^{\circ}C$ ).- Máxima temperatura que un medidor puede soportar a una presión interna dada, sin que se alteren sus características metereológicas.
- 16.- Designación del medidor, N.- Designación dada por un valor numérico expresado en metros cúbicos por hora precedido por la letra mayúscula N.

- i. Equipo de laboratorio.- Es el conjunto de aparatos empleados en la verificación de la calidad de materiales y equipos que utiliza el Gobierno del Distrito Federal, para que éstos cumplan con las normas correspondientes de diseño, construcción y operación.
  - 1. Laboratorio de pruebas.- Instalación que opera en una localidad específicamente determinada y dispone del equipo necesario y personal calificado para efectuar las mediciones, análisis y pruebas, calibraciones o determinaciones de las características o funcionamiento de materiales, productos o equipos.
- j. Dosificador de productos químicos.- Equipo compacto que adiciona de manera automática los productos químicos necesarios a un tren de tratamiento de aguas.
- k. Equipo de filtración.- Unidad cuyo objetivo es la remoción de sólidos en suspensión que pasan por los medios filtrantes durante el proceso y que están contruidos en forma rectangular o circular, de concreto reforzado o con placa metálica, dependiendo de su aplicación, y el material filtrante puede ser: arena, antracita, carbón activado, entre otros.
  - 1. El filtrado de suspensiones por medios porosos (arena) empleado para el tratamiento terciario a afluentes de agua residual con el sistema 30:20; pueden ser: lechosos, de intercambio iónico y las columnas de absorción.
- l. Caldera.- Recipiente de presión cerrada de características definidas en el cual, mediante el calor producido por combustión, el agua contenida en su interior es transformada en vapor.
  - 1. Para efectos del presente subinciso se establecen las siguientes definiciones:
    - 1.1. Alteración. Es el cambio físico a un equipo o el incremento de la temperatura o presión de trabajo máxima permisible, con implicaciones que afecten su capacidad para soportar presiones más altas de las establecidas en su diseño. El reemplazo de componentes por otros de las mismas características y el reforzamiento de boquillas no deben considerarse una alteración.
    - 1.2. Aparato auxiliar.- Es el accesorio instalado en el generador de vapor o caldera que sirve para supervisar las variables de la operación del equipo. Ejemplos de ellos son: columnas de agua, indicadores de nivel, controles de presión, entre otros.
    - 1.3. Autoridad en el trabajo.- Autoridad laboral: las unidades administrativas competentes de la Secretaría de Trabajo y Previsión Social, que realicen funciones de inspección en materia

de seguridad e higiene en el trabajo y las correspondientes de las entidades federativas y del Distrito Federal, que actúen en auxilio de aquellas.

- 1.4. Autorización de funcionamiento: Autorización que otorga el inspector en el acta correspondiente, como resultado satisfactorio de la visita de inspección inicial o la que se derive de ésta (incluyendo la demostración de la seguridad del equipo), o la autorización que otorga la Delegación por el reconocimiento del dictamen emitido por una Unidad de Verificación.
- 1.5. Caldera o generador de vapor: Aparato para generar vapor de agua o para calentar un fluido en estado líquido, mediante la aplicación de calor producido por la combustión de materiales, reacciones químicas, energía solar o eléctrica, utilizando el vapor de agua o los líquidos calentados fuera del aparato.
- 1.6. Certificado de fabricación: Documento emitido por el fabricante del equipo, en el que se establece, bajo protesta de decir verdad, que los materiales, el diseño, la fabricación, las pruebas y la inspección del equipo, fueron efectuados de acuerdo a lo establecido en el código o norma empleada para su fabricación.
- 1.7. Código: Conjunto de reglas técnicas en que está basado el diseño y la construcción del equipo.
- 1.8. Delegación: Es el organismo denominado Delegación o Subdelegación Federal del Trabajo de las Entidades Federativas y del Distrito Federal.
- 1.9. Dictamen: Documento emitido por la Unidad de Verificación, en el que se determina si fueron o no fueron cumplidos todos los requerimientos establecidos en el presente capítulo.
- 1.10. Dispositivo de seguridad: Cualquier válvula de seguridad, válvula de alivio de presión, disco de ruptura o cualquier otro elemento diseñado para desahogar una presión que exceda el valor de calibración o de desfogue, establecido para la operación segura del equipo.
- 1.11. Equipo nuevo: Es aquel recipiente sujeto a presión o caldera que no ha sido usado.
- 1.12. Equipo: Cualquier caldera o recipiente sujeto a presión.

- 1.13. Fluidos no peligrosos: Aquellas sustancias químicas que en sus tres tipos de riesgo (a la reactividad, a la inflamabilidad y a la salud) son 0 y 1, exclusivamente, según lo establecido en la NOM-018-STPS vigente.
- 1.14. Funcionamiento: La operación de un equipo en condiciones de seguridad, que se complementa con su mantenimiento y revisión.
- 1.15. Gas licuado de petróleo, gas LP: Combustible en cuya composición química predomina los hidrocarburos butano y propano o sus mezclas.
- 1.16. Inspección de comprobación: Visita derivada de una inspección inicial o extraordinaria que tiene por objeto verificar que las medidas dictadas por el inspector se haya cumplido.
- 1.17. Inspección inicial: Inspección ordinaria que se realiza en la primera visita de la Autoridad del Trabajo para revisar los equipos, con el fin exclusivo de constatar que se cumple con los requerimientos establecidos en este capítulo, antes de otorgar la autorización de funcionamiento.
- 1.18. Método alternativo: Iniciativa presentada por el patrón en sustitución de las opciones de demostración de la seguridad del equipo, indicadas en el presente capítulo.
- 1.19. Permiso provisional: Es aquel que por oficio otorga la Delegación, en tanto se realiza la inspección y en el cual se otorga el número de control al equipo.
- 1.20. Presión máxima de trabajo permitida: Es la más alta presión que, según su diseño o con los espesores actuales, puede resistir un equipo sin deformarse permanentemente, ni presentar fugas.
- 1.21. Recipiente sujeto a presión: Aparato construido para operar con fluidos a presión diferente a la atmosférica, proveniente dicha presión de fuentes externas o mediante la aplicación de calor desde una fuente directa, indirecta o cualquier combinación de éstas.
- 1.22. Registro: Evidencia objetiva de la realización de actividades de operación, revisión y mantenimiento del equipo, en medios magnéticos, libros, bitácoras u otros.
- 1.23. Revisión: Actividades realizadas por personal con conocimientos en la materia, para determinar que el equipo puede continuar funcionando en condiciones seguras.

- 1.24. Riesgo inminente: Es la condición de funcionamiento de un equipo, fuera de sus parámetros normales de operación, que pone en peligro su integridad física, la de los trabajadores y/o las instalaciones del centro de trabajo.
  - 1.25. Temperatura extrema: Es la temperatura exterior de un equipo, que en caso de entrar en contacto con la piel de una persona le provoca quemaduras. La temperatura extrema puede ser elevada o abatida.
  - 1.26. Transitorios relevantes: Son aquellas condiciones ocurridas fuera de los parámetros normales de operación segura de un equipo.
  - 1.27. Unidad de Verificación (UV): Persona física o normal acreditada y aprobada en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, Para verificar el grado de cumplimiento de la Norma NOM-020-STPS indicada en la cláusula B de Referencias
- m. Compresor.-Máquina capaz de incrementar la presión de un gas, vapor o mezcla de gases y vapores y mantener dicha presión almacenada en un tanque.
- 1 Para este tipo de equipo, se tienen las siguientes definiciones.
- 1.1. Capacidad real: Volumen liberado en la descarga del compresor a la velocidad nominal y en las condiciones reales de succión y descarga. Se expresa en metros cúbicos por minuto en el sistema internacional.
  - 1.2. Capacidad del compresor: La capacidad nominal del compresor se abrevia MCMB, que significa metros cuadrados cúbicos por minuto a las condiciones “base” de presión y temperatura, las cuales consideramos como 1,0 kilogramo por centímetro cuadrado y 293K (20°C).
  - 1.3. Claro: Volumen comprendido entre la etapa del cilindro y el émbolo en el punto muerto superior. Si se trata de un cilindro de doble efecto, el claro puede o no ser el mismo para los dos extremos.
  - 1.4. Desplazamiento del émbolo: Se llama así al volumen neto por el émbolo a la velocidad nominal del compresor, y se expresa en metros cúbicos por minuto. En cilindros de simple efecto corresponde al desplazamiento hacia el extremo de la carrera de compresión. En cilindros de doble efecto, es el desplazamiento hacia ambos extremos. Si se trata de compresores de etapas múltiples, el desplazamiento del émbolo o de los émbolos de la primera etapa se establecen para toda la máquina.



- 1.5. Factor de compresibilidad: Es una constante adimensional que se introduce en la ecuación para corregir el comportamiento en condiciones ideales del gas a condiciones actuales con respecto a la compresibilidad del gas.
- 1.6. Exponente adiabático K: Constante adimensional cuya fórmula  $K=C_p/C_v$  nos indica que es el resultado de dividir el calor específico a presión constante entre el calor específico a volumen constante del gas a comprimir, y se emplea para tener un diseño termodinámico del compresor.
- 1.7. Máxima presión de trabajo permitida: Es la presión de operación máxima para la cual se ha diseñado el compresor con el aire o gas a la temperatura especificada.
- 1.8. Máxima temperatura permitida: Es la temperatura de operación máxima para la cual se ha diseñado el compresor con el aire o gas manejado a la presión especificada.
- 1.9. Potencia nominal del compresor: Es la potencia requerida por el compresor para garantizar las condiciones de operación especificadas. Las pérdidas por unidades motrices deberán especificarse por separado.
- 1.10. Presión de succión: Es la presión absoluta del gas en la brida de entrada del compresor.
- 1.11. Presión de descarga: Es la presión absoluta del gas en la brida de salida del compresor.
- 1.12. Presión de trabajo máximo: Es la presión máxima de operación continua a la que se ha diseñado el compresor o cualquiera de sus partes para manejar el gas a la temperatura de trabajo especificada.
- 1.13. Punto de operación normal: Es la combinación de valores de capacidad de entrada y de carga donde se puede obtener una operación del compresor a la eficiencia óptima.
- 1.14. Punto de operación nominal: Es el cruce de coordenadas de capacidad de entrada y de carga donde se obtiene la velocidad más alta para las condiciones de operación especificadas.
- 1.15. Relación de compresión: Es el cociente que relaciona a la presión de descarga absoluta y la presión de succión absoluta.
- 1.16. Rendimiento mecánico: Es la relación en por ciento entre el trabajo termodinámico real requerido en un compresor y la potencia real requerida en la flecha.

- 1.17. Rendimiento volumétrico: Es la relación en por ciento de la capacidad real y el desplazamiento del émbolo.
  - 1.18. Temperatura de descarga: Es la temperatura absoluta del gas en la brida de salida del compresor.
  - 1.19. Temperatura de succión: Es la temperatura absoluta de gas en la brida de entrada del compresor.
  - 1.20. Temperatura máxima permitida: Es la temperatura máxima para la cual ha sido diseñado el compresor en su conjunto o cualquier parte del mismo.
  - 1.21. Velocidad al 100%: Es la combinación de valores de capacidad de entrada y de carga que corresponde al punto de operación nominal del compresor, esta velocidad puede ser mayor o igual que la velocidad normal. Para un compresor accionado con un motor eléctrico, la velocidad al 100% es igual a la velocidad del motor a plena carga multiplicada por la relación de engranes del incrementador o reductor del compresor.
  - 1.22. Velocidad de disparo: Es la velocidad a la cual funciona el dispositivo de protección por sobre velocidad y, normalmente, es un 10% mayor que la velocidad nominal.
  - 1.23. Velocidad de disparo de turbinas de gas: Es la velocidad a la cual funciona el dispositivo de protección por sobrevelocidad, en este caso es el 110% de la velocidad máxima continua.
  - 1.24. Velocidad máxima continua: Es la más alta velocidad de operación del compresor. Para compresores de velocidad variable, esta velocidad será igual al 105% de la velocidad nominal del compresor.
  - 1.25. Velocidad mínima permitida: Es la más baja velocidad en revoluciones por minuto que se permite para una operación continua del compresor.
  - 1.26. Velocidad nominal: Es la velocidad en revoluciones por minuto requerida a las condiciones de servicio. La velocidad nominal puede ser igual a la velocidad permitida, pero nunca excederla.
  - 1.27. Velocidad normal: Es la velocidad correspondiente al punto de operación normal.
- n. Grúa viajera. Grúa en donde el dispositivo de sujeción o gancho está suspendido de un polipasto, el cual levanta y desplaza una carga a través de un puente móvil.

1. Con el fin de homogenizar el criterio en el texto del presente subinciso de grúas viajeras, se presentan las definiciones de los siguientes términos:
  - 1.1. Grúa.- Máquina de acción cíclica destinada a levantar y mover cargas suspendidas por medio de gancho u otro dispositivo de manejo de carga.
  - 1.2. Grúa viajera monopunte. Grúa que tiene un solo puente.
  - 1.3. Grúa viajera bipunte. Grúa que tiene dos puentes.
  - 1.4. Grúa viajera multipunte. Grúa con más de dos puentes.
  - 1.5. Freno electrodinámico. Método de control para frenar el descenso de la carga, conectado el motor del dispositivo de elevación de la carga de tal forma, que actúa como generador, devolviendo corriente a las resistencias o a las líneas.
  - 1.6. Freno de corrientes parásitas. Método de control para frenar el descenso de la carga conectado el motor de dispositivo de elevación a un freno de inducción eléctrica.
  - 1.7. Freno mecánico de carga. Freno automático de fricción que actúa solamente en la dirección de descenso de la carga.
  - 1.8. Sistema motriz. Conjunto de partes electromecánicas necesarias para transmitir el movimiento al puente y al carro.
  - 1.9. Cable plano. Cable conductor de corriente utilizado para alimentar los equipos móviles que están en monopuentes, bipuentes o multipuentes.
  - 1.10. Riel galvanizado y carretilla. Accesorios para soportar y permitir el deslizamiento del cable plano.
  - 1.11. Radio control remoto. Conjunto de transmisor – receptor usado para controlar la grúa viajera en lugar de una estación de botones.
  - 1.12. Sistema anticolidión. Sistema que no permite que la grúa viajera colisione con topes de trabe carril y otros obstáculos.
  - 1.13. Cabezales. Elementos estructurales que soportan la viga del carro o del puente.

- 1.14. Distancia entre ejes. Distancia entre los ejes de dos ruedas extremas de un cabezal del puente del carro.
- 1.15. Pasarelas. Pasillos de acceso instalados en el puente o en los carros de la grúa viajera.
- 1.16. Trabe carril. Parte de la estructura externa de soporte consistente en viga, riel y sistema de fijación, sobre la cual se traslada la grúa viajera.
- 1.17. Pórtico. Estructura tipo puente apoyado o soportado por dos columnas, con o sin guías de transmisión a nivel de piso.
- 1.18. Semipórtico. Ensamble de soporte tipo puente, en donde uno de los extremos se apoya directamente sobre un riel montado en escalón y el otro extremo sobre una columna.
- 1.19. Cabina. Parte de la grúa que sirve para alojar al operador.
- 1.20. Cable de carga. Cable de acero que sirve para soportar la carga y que se enrolla en un tambor.
- 1.21. Capacidad nominal. Carga máxima para la cual se diseña la grúa.
- 1.22. Sobrecarga. Carga excedente sobre la capacidad nominal.
- 1.23. Aproximación del gancho. Distancia mínima horizontal que existe entre el centro del riel guía y el eje vertical del dispositivo de manejo de carga.

- 1.24. Altura de levantamiento de la carga. Distancia vertical desde la referencia de nivel hasta el dispositivo de manejo de carga cuando éste esta localizado en su posición mas alta de trabajo. Para ganchos y horquillas, se toma la distancia hasta la referencia de nivel, para otros accesorios de manejo de carga, hasta su punto más bajo (cuando está cerrado). Para grúas puente, la altura de levantamiento de la carga es medida desde la referencia de nivel, la altura de levantamiento de la carga se determina sin carga.
- 1.25. Altura de descenso de la carga. Dispositivo vertical entre la referencia de nivel y el dispositivo de manejo de carga localizado en la parte mas baja de su posición de trabajo. Para ganchos y horquillas, se toma la distancia hasta la referencia de nivel, para otros accesorios de manejo de carga hasta su punto más bajo (cuando esta cerrado). Para grúas puente, la altura de descenso de la carga es medida desde la referencia de nivel. La altura de descenso de la carga se determina sin carga.
- 1.26 Rango de levantamiento. Distancia vertical entre las posiciones de trabajo más baja y más alta del dispositivo de manejo de carga.
- 1.27 Altura de riel de la grúa. Distancia vertical entre el nivel del piso y el nivel de la cabeza del riel de toda la trayectoria del mismo.
- 1.28. Claro. Distancia entre los centros de apoyo de los rieles de la grúa.
- 1.29. Claro de carro. Distancia entre las ruedas del carro.
- 1.30. Distancia entre los centros de las guías. La distancia entre los centros de los rieles.

- 1.31. Distancia entre ejes. Distancia entre los ejes de soporte de la grúa, medida a lo largo de los ejes. Distancia entre los ejes de soporte de la grúa, medida a lo largo de los ejes paralelos al movimiento longitudinal de la misma.
- 1.32. Área de seguridad. Espacio restringido por las condiciones de seguridad de operación de la grúa en donde sólo puede moverse el dispositivo de manejo de la carga.
- 1.33. Ascenso y descenso de la carga. Desplazamiento de la carga en dirección vertical.
- 1.34. Desplazamiento. Movimiento del carro o malacate a lo largo del puente.
- 1.35. Mecanismo de levantamiento. Dispositivo para subir y bajar la carga.
- 1.36. Mecanismo de dirección. Mecanismo que controla el desplazamiento del carro.
- 1.37. Malacate. Mecanismo que transmite fuerza por medio de un mecanismo flexible (cable, cadena) a partir de un tambor – motor.
- 1.38. Polipasto. Mecanismo de levantamiento de carga montado con o sin la transmisión transversal como una sola unidad.
- 1.39. Pórtico. Estructura tipo puente apoyada o soportada por dos columnas con o sin guías de transmisión a nivel del piso.
- 1.40. Puente de rodamiento. Pórtico equipado con ruedas o patines y articulado para equilibrar las cargas.
- 1.41. Puente. Estructura de soporte principal tipo pórtico o semipórtico de la grúas viajeras, por encima del cual el malacate se desplaza.
- 1.42. Carro. Mecanismo que sirve para desplazar cargas.
- 1.43. Freno. Dispositivo para reducir la velocidad y parar totalmente o prevenir movimientos de la grúa.

- 1.44. Polea. Elemento giratorio sobre su propio eje con una o varias ranuras para quitar o cambiar la dirección del cable de carga.
- 1.45. Dispositivo de manejo de carga. Dispositivo que sirve para sujetar la carga suspendida y pueden ser ganchos, mordazas, electroimanes, horquillas u otros.
- 1.46. Dispositivo limitador. Dispositivo que inicia la función del paro o la restricción al movimiento de la grúa.
- 1.47. Limitador de movimiento. Dispositivo limitador que inicia el paro o la restricción de un movimiento en una grúa.
- 1.48. Limitador de desplazamiento del carro. Dispositivo limitador de carrera que va fijo en los extremos de la trabe carril y en los extremos de las vigas de los puentes.
- 1.49. Amortiguador de impacto. Dispositivo de absorción de impacto o para controlar el choque.
- 1.50. Dispositivo indicador. Dispositivo que suministra datos en forma visual o sonora al operador de la grúa, para el control central competente de la grúa dentro de sus parámetros de operación.
- 1.51. Indicador del parámetro operativo. Dispositivo indicador que suministra información visual o sonora al operador de la grúa concerniente al valor de parámetros operacionales.
- 1.52. Dispositivo de anclaje sobre riel. Dispositivo que puede ser asegurado contra riel para prevenir que una grúa esté montada sobre el mismo, sea derribado a lo largo de las vías cuando no este en uso.
- 1.53. Carga útil. Carga que teniendo una masa, es levantada por la grúa y suspendida a través del dispositivo auxiliar, directamente a partir del punto fijo del dispositivo de manejo de carga.
- 1.54. Accesorios móviles de elevación de carga. Cualquier equipo que tiene masa, el cual conecta la carga útil con la grúa y que no es parte de la grúa o de la carga útil.
- 1.55. Carga neta. Es la carga de masa, levantada por una grúa y mantenida por los accesorios de sujeción permanentes.

## A.02. Clasificación de los equipos mecánicos.

- a. Bomba.- Se clasifica de acuerdo a las indicaciones descritas en el capítulo 002, del Libro 8, tomo IV, además por su clase puede ser:
  1. Bomba de flujo radial.- En esta bomba la carga de presión es desarrollada por la acción de la fuerza centrífuga sobre el fluido que entra axialmente al centro del impulsor y fluye radialmente a la periferia.
  2. Bomba de flujo axial.- Llamada algunas veces de hélice, la mayor parte de su carga es desarrollada por la propulsión de las aspas. Tiene impulsores de succión simple, con el flujo entrando axialmente y descargando casi axialmente.
  3. Bomba de flujo mixto.- Es aquella en que la carga de presión es desarrollada parcialmente por la acción de la fuerza centrífuga y en parte por la propulsión axial. Como resultado de la combinación de estas dos fuerzas, el flujo entra al centro del impulsor axialmente y es descargado en una dirección axial y radial.
  4. Las bombas se clasifican a su vez:
    - 4.1. Por el número de pasos.
      - 4.1.1. De un sólo paso.- Aquella en la que la carga dinámica total es desarrollada por un sólo impulsor.
      - 4.1.2. De varios pasos - Aquella en la que la carga dinámica total es desarrollada por más de un impulsor.
    - 4.2. Por el tipo de succión:
      - 4.2.1. De succión simple.- La que está provista de un sólo impulsor de succión.
      - 4.2.2. De succión doble.- La que está provista de más de un impulsor de succión.
    - 4.3. Por la posición de la flecha.-
      - 4.3.1. Bomba horizontal.- Aquella cuya posición de la flecha normalmente es horizontal.
      - 4.3.2. Bomba vertical.- Aquella cuya posición de la flecha, normalmente es vertical.



4.4. Por el tipo de impulsor.- Uno o dos impulsores abiertos, semiabiertos o cerrados.

4.5. Por el tipo de carcasa.

4.5.1. Bomba con carcasa bipartida. La cabeza de la bomba puede estar bipartida horizontalmente o verticalmente sobre la línea de centros de la bomba o en cualquier otra dirección radial.

4.5.2. Bomba de voluta. Aquella cuya carcasa está construida en forma espiral o de voluta.

4.5.3. Bomba de carcasa circular.- Aquella cuya carcasa está constituida de sección transversal constante con el impulsor.

4.5.4. Bomba de difusor. Aquella provista de un difusor.

4.6. Por el material de construcción.- Las bombas centrífugas, pueden fabricarse de casi todos los metales comunes conocidos o de sus aleaciones, así como de porcelana, vidrio, cerámica, materiales sintéticos y otros. Las condiciones de servicio y la naturaleza de los fluidos que se van a manejar determinan, finalmente qué materiales son los más apropiados (ver los subincisos C.07.e.1. al C.07.e.6).

5. La bomba, de acuerdo al material de fabricación puede ser,

5.1. Bomba con partes de bronce.

5.2. Bomba totalmente de bronce.

5.3. Bomba de bronce composición específica.

5.4. Bomba totalmente de hierro.

5.5. Bomba con partes de acero inoxidable.

5.6. Bomba totalmente inoxidable.

(Ver figuras 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, y 8 de bombas)

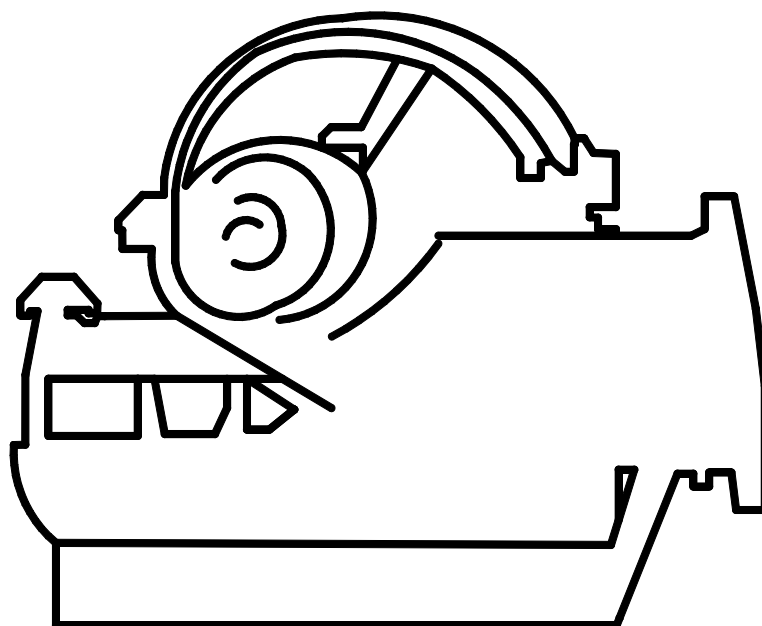


FIGURA 1. CARCASA PARTIDA POR UN PLANO HORIZONTAL.

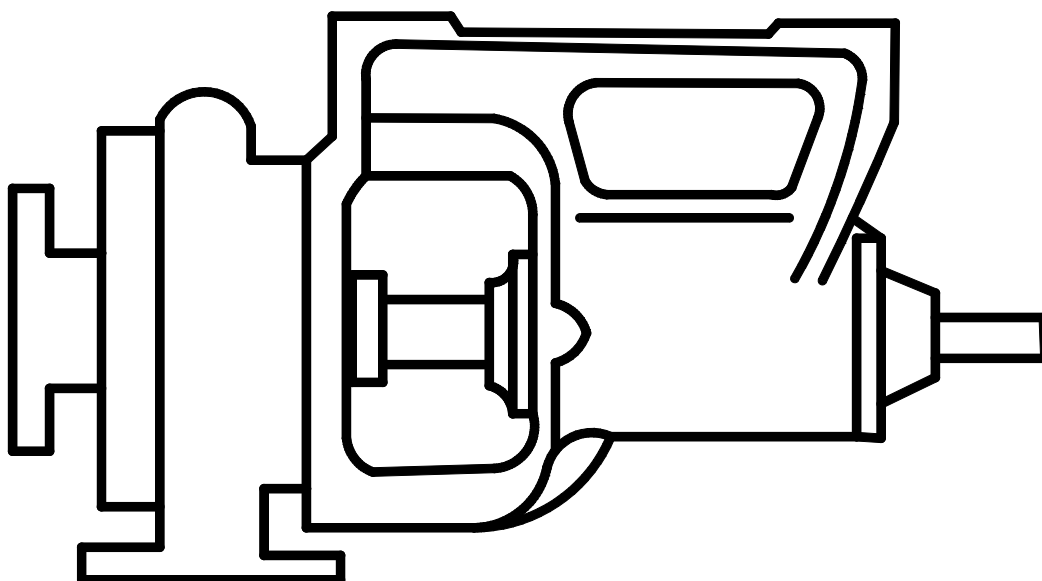
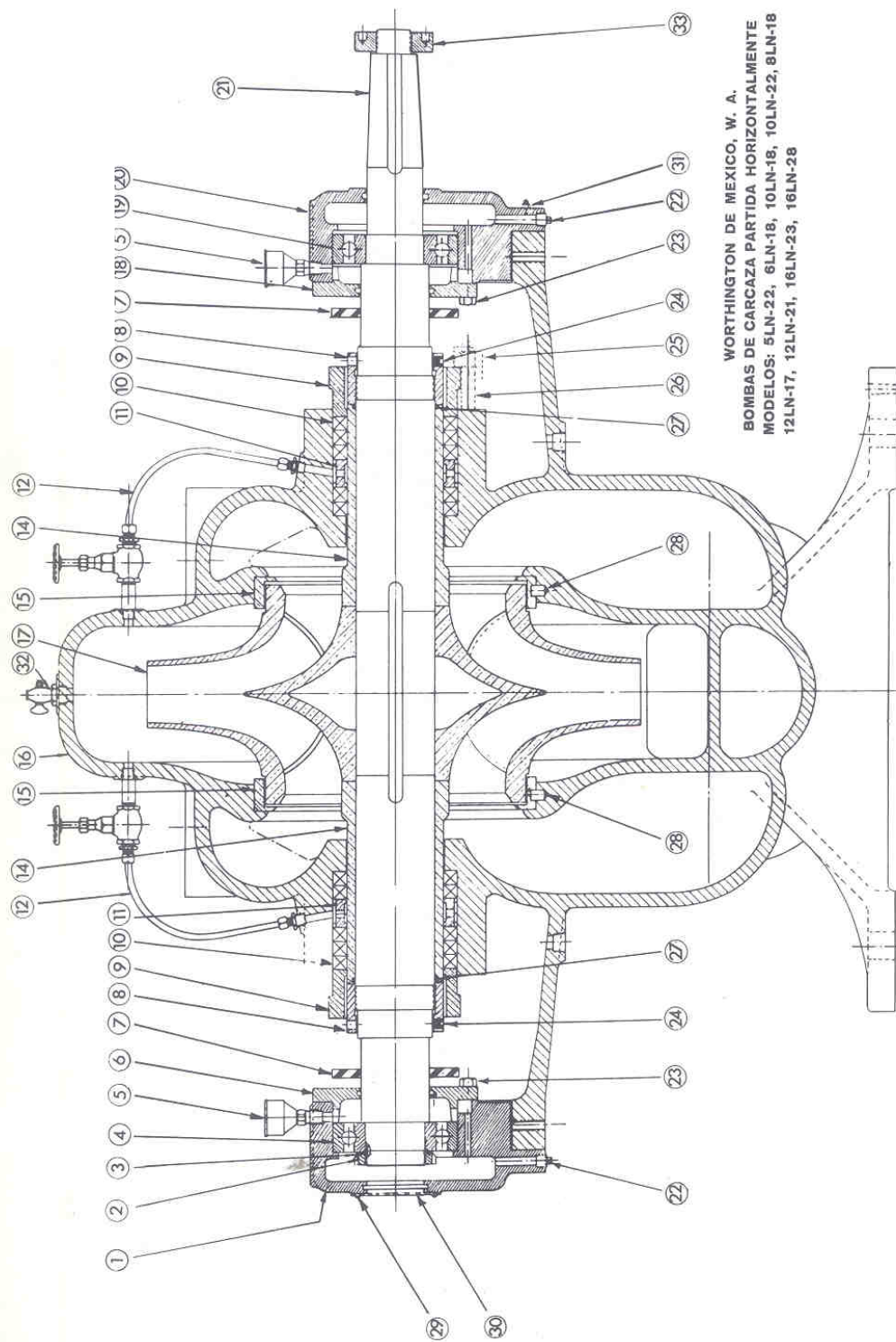


FIGURA 2. CARCASA PARTIDA POR UN PLANO VERTICAL.



WORTHINGTON DE MEXICO, W. A.  
 BOMBAS DE CARCAZA PARTIDA HORIZONTALMENTE  
 MODELOS: 5LN-22, 6LN-18, 10LN-18, 10LN-22, 8LN-18  
 12LN-17, 12LN-21, 16LN-23, 16LN-28

FIGURA 3. CORTE LONGITUDINAL DE UNA BOMBA.

Núm. de referencia	Lista de las partes que constituyen una bomba del tipo horizontal carcasa partida.
1	Alojamiento del balero axial.
2	Tuerca de seguro del balero axial.
3	Roldana del balero axial.
4	Balero axial.
5	Grasera de copa.
6	Tapa para el alojamiento del balero axial.
7	Desviador.
8	Tuerca para la camisa de la flecha.
9	Prensa estopas.
10	Anillo de empaque (juego de cinco).
11	Jaula de sello.
12	Tubería para el sello hidráulico.
14	Camisa de fecha.
15	Anillo de desgaste.
16	Carcasa (dos piezas).
17	Impulsor.
18	Tapa para el alojamiento del balero radial.
19	Balero radial.
20	Alojamiento del balero radial.
21	Flecha de cuñas.
22	Tapón para el alojamiento del balero radial.
23	Tornillo para el alojamiento del balero radial.
24	Prisionero allen.
25	Tuerca de prensa estopa.
26	Espárrago del prensa estopa.
27	Anillo elástico.
28	Perno del anillo de desgaste.
29	Tornillos de la placa de nombre.
30	Placa de nombre.
31	Perno cónico con tuerca.
32	Válvula de purga.
33	Tuerca del cople.

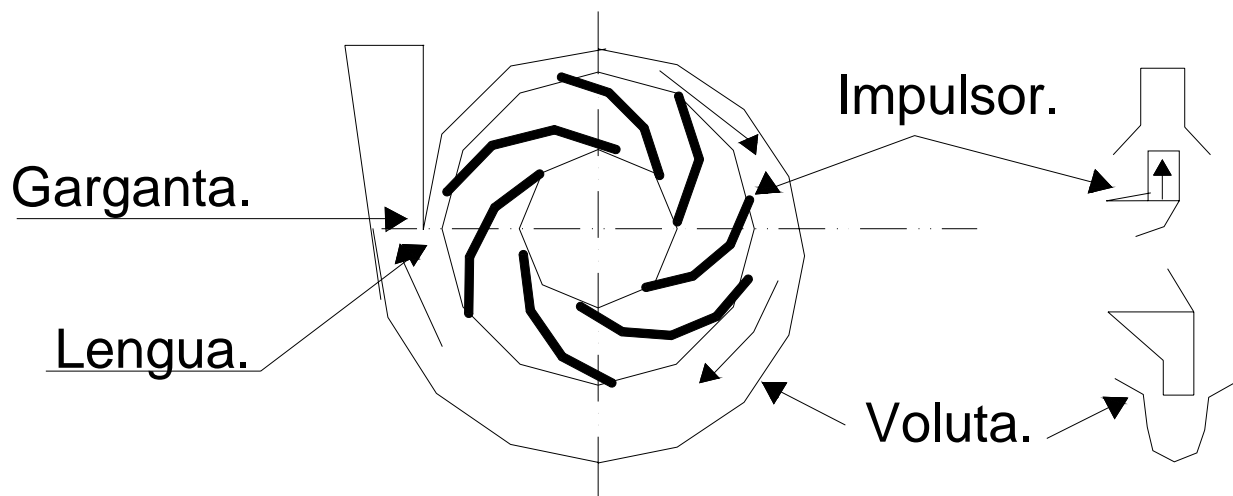


FIGURA 4 SUCCION POR ARRIBA DESCARGA POR ARRIBA.

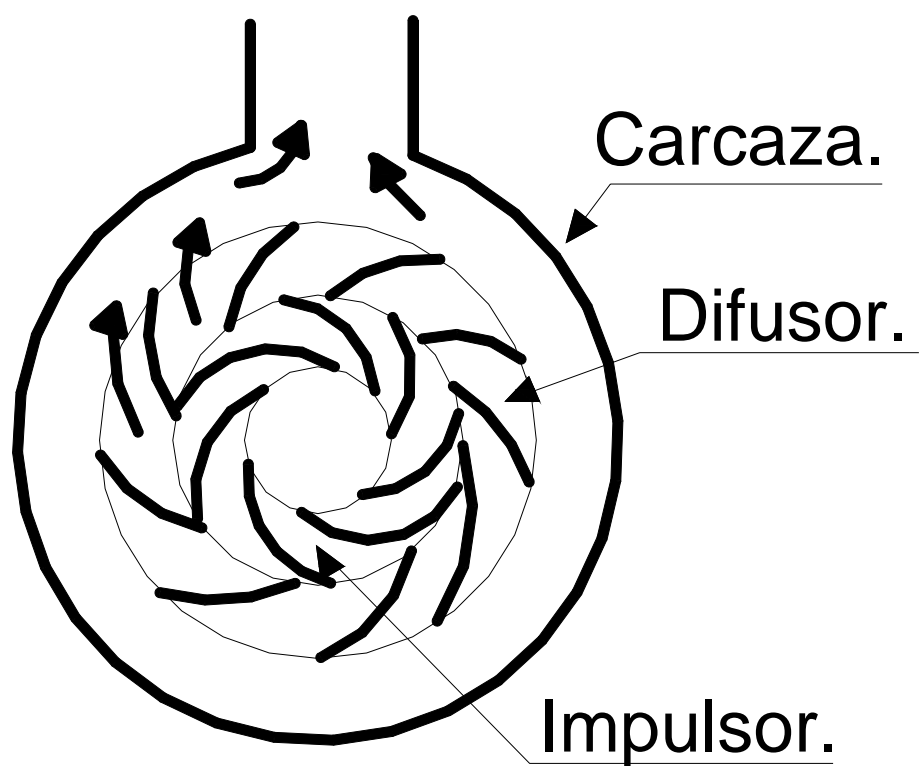


FIGURA 5. CARCASA TIPO DIFUSOR

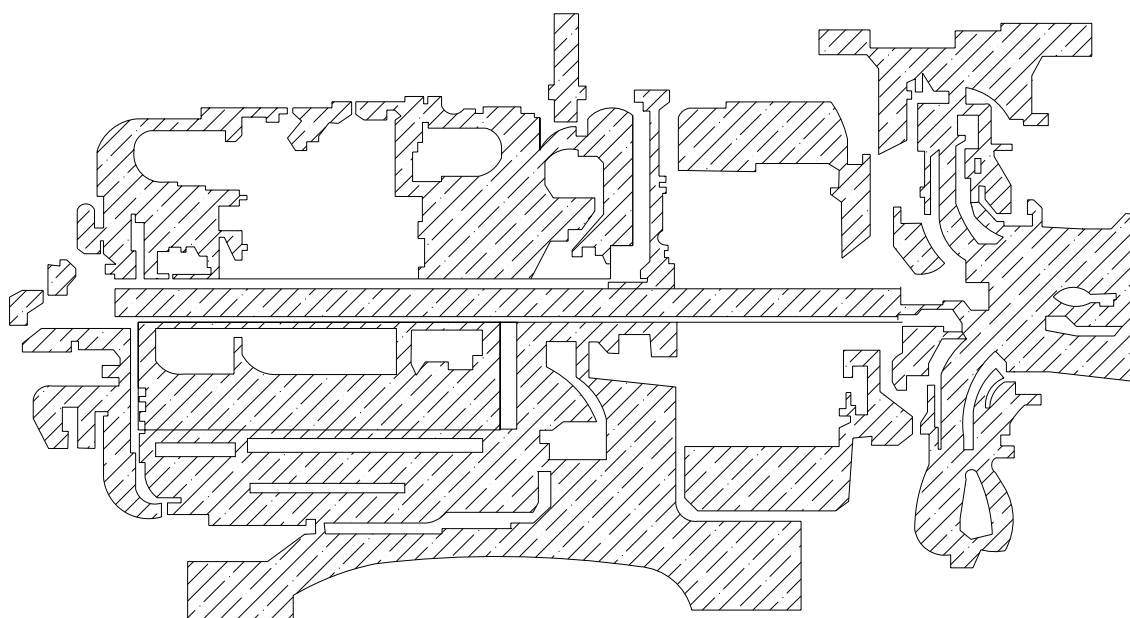


FIGURA 6. SUCCION LATERAL DESCARGA POR ARRIBA.

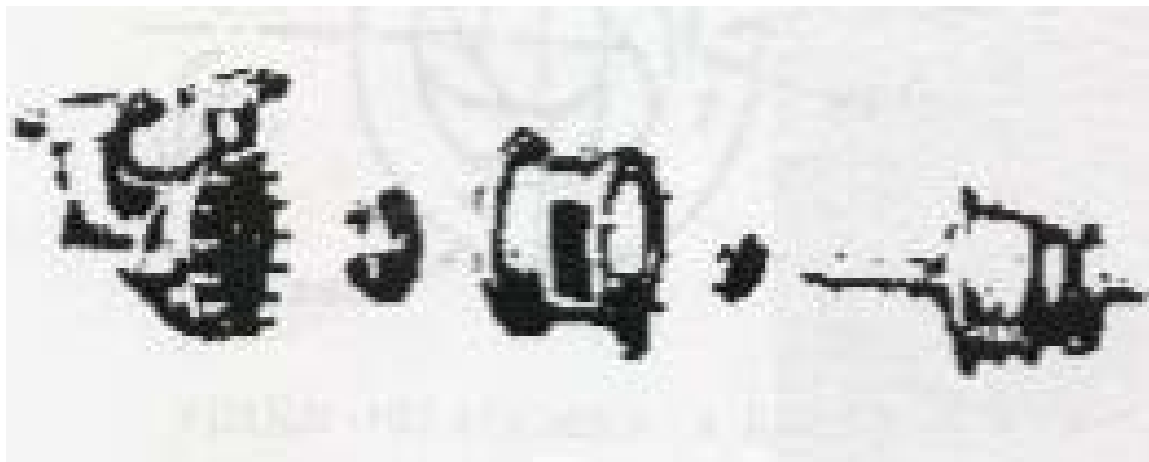


FIGURA 7. SUCCION POR ARRIBA DESCARGA POR ARRIBA.

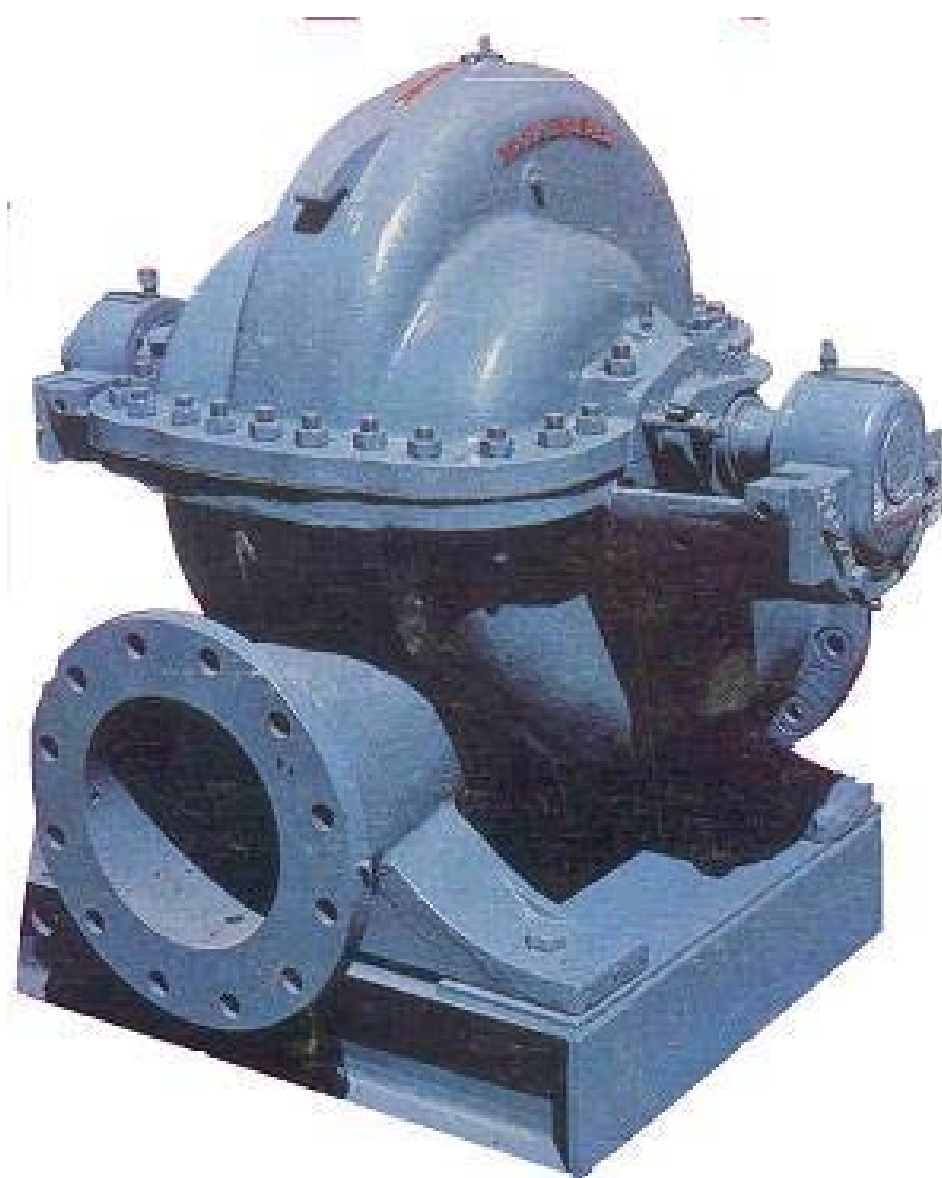


FIGURA 6. Bomba. Succión y descarga lateral.

- b. El equipo electromecánico de transporte.- Se clasifica de acuerdo al señalamiento indicado en el Capítulo 004, del Libro 8, tomo IV y de acuerdo a la NMX-053 en:
  - 1. Elevador de carga o personas.
  - 2. Escalera eléctrica.
  - 3. Montacargas.
  - 4. Acera móvil.
  - 5. Banda transportadora: Esta se clasifica según el servicio en:
    - 5.1. Cubierta para servicio general en grados 1 y 2.
    - 5.2. Cubierta para servicio en presencia de aceite, grados 1 y 2.
    - 5.3. Cubierta para servicio de materiales calientes, grados 1, 2 y 3.
    - 5.4. Cubierta para servicio sanitarios, grados 1, 2 y 3.
- c. El equipo de cloración se clasifica de acuerdo a especificaciones descritas en el Capítulo 005, del Libro 8, tomo IV, y además puede ser:
  - 1. Tipo vacío, en el cual el flujo del cloro gaseoso se regula y mide en vacío parcial creado por un inyector del tipo aspirado, donde el cloro se mezcla con agua antes de ser descargado al punto de su aplicación, además por su operación puede ser:
    - 1.1. Manual.
    - 1.2. Semiautomático.
    - 1.3. Intermitente.
  - 2. El clorador dependiendo de su utilización puede ser:
    - 2.1. Clorador alimentador de gas seco.- Utilizado donde no se dispone de agua a presión.
    - 2.2. Clorador alimentador de solución de cloro.- El cloro gaseoso se alimenta en solución, el cual se mezcla con un suministro auxiliar de agua, y esta mezcla se aplica a las aguas negras que se van a tratar. Deben preferirse cloradores de tipo de vacío.
    - 2.3. Clorador de celda electrolítica.- Este clorador es para aplicaciones especiales, de muy poco valor práctico en las plantas de tratamiento de aguas residuales.
    - 2.4. Hipoclorador.- Para flujos relativamente bajos, para utilizarse intermitentemente o en emergencias.



d. Mezcladores.- Los mezcladores y agitadores se clasifican en los tipos siguientes:

1. Gravitacionales, que pueden ser:

- 1.1. Mezclador de salto hidráulico.
- 1.2. Mezclador de canaleta.
- 1.3. Mezclador de vertedor.

2. Neumáticos:

- 2.1. Inyección de aire a través de difusores.

3. Mecánicos.- Por el equipo que lo integra.

- 3.1. De paletas.
- 3.2. De turbina.
- 3.3. De hélice o propela.

4. Los mezcladores hidráulicos, para plantas modulares constituidos de placas de acero con orificios colocados en la tubería de agua cruda o en turbina con mamparas inclinadas fijas en su interior para producir turbulencia al agua en circulación.

5. Canaleta de Parshall.- Utilizada como mezclador rápido cuando se incorpora un salto hidráulico después de la canaleta.

6. En la Figura 9 se pueden observar algunos de los equipos utilizados en el mezclado.

6.1. Mezclador de paleta u hojas con flecha horizontal longitud y paletas rotativas y estacionarias.

6.2. Mezclador de turbina con flecha vertical seguido de canal de cruce, con agitación lenta, flecha horizontal y resuspensión de los flóculos sedimentados en forma a contracorriente.

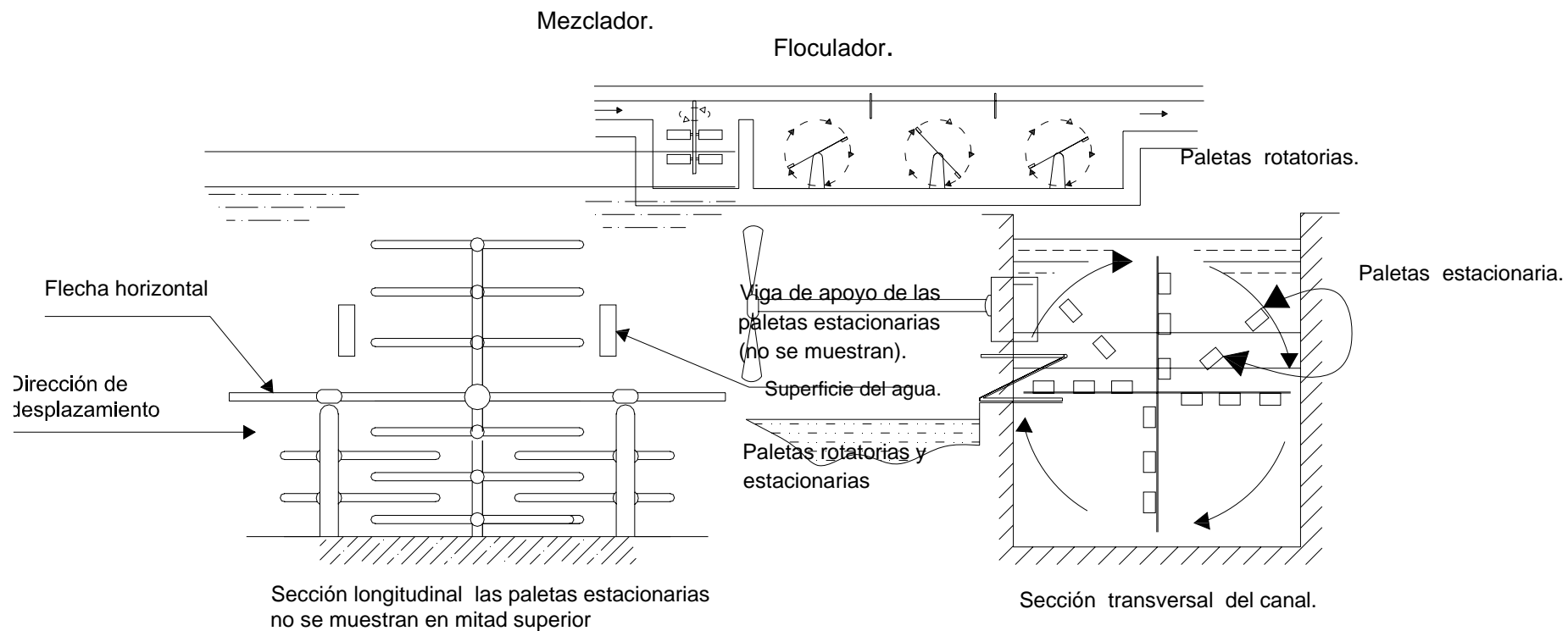


FIGURA a

FIGURA b.

FIGURA 9. Impulsores para mezclado y mezclado lento.

Mezclador.

Floculador.

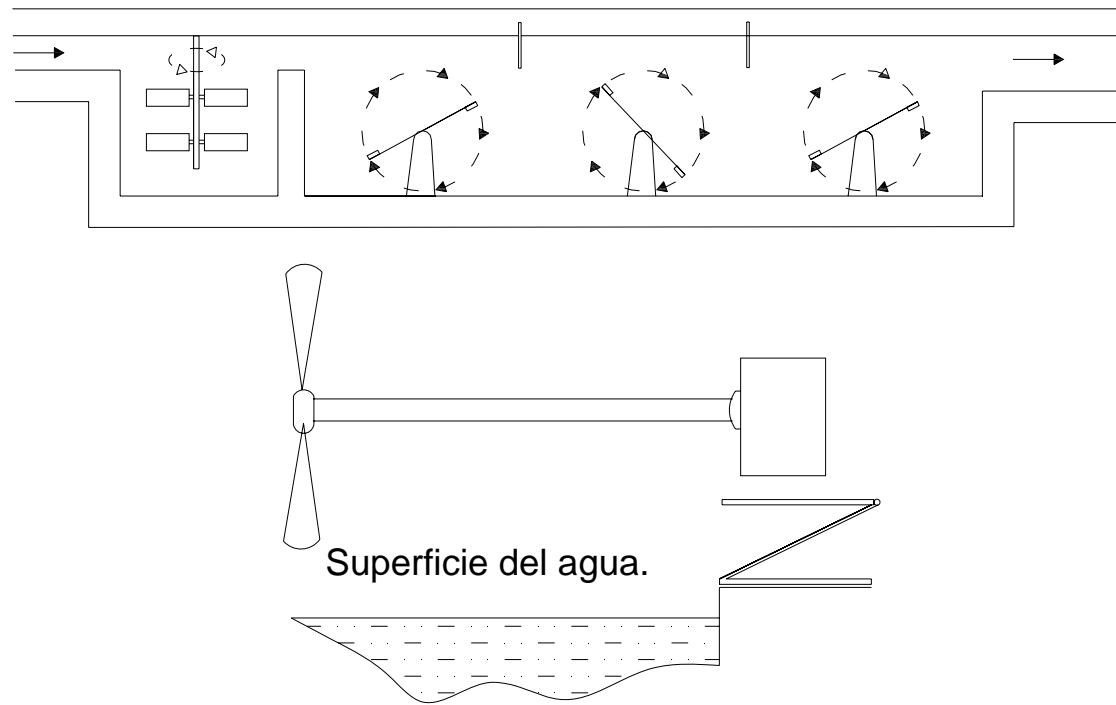
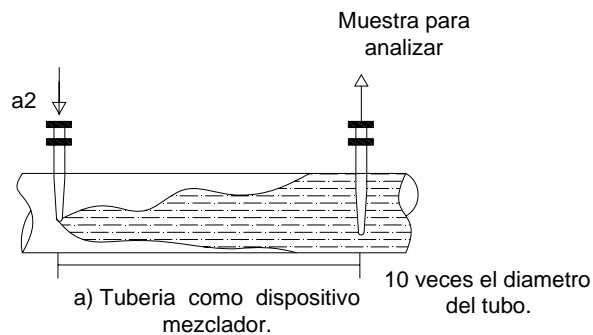


FIGURA c.

FIGURA 9. Impulsores para mezclado y mezclado lento.

### 6.3. Hélice mezcladora colocada en posición horizontal.

- e. Difusor de aire.- Empleado en el tratamiento de aguas como el de aguas residuales, se utiliza en:
1. Elevación del contenido de oxígeno de las aguas.
  2. Destrucción de la estratificación del agua.
  3. Dependiendo del tipo de producto que alimentarán o por la naturaleza corrosiva del gas, los difusores pueden ser:
    - 3.1. De plata.
    - 3.2. De piedra porosa.
    - 3.3. Tuberías de plástico mostrados en figura 10, a, b y c.



Tubería para la solución de cloro de 8 ó 10 cm. De PVC u otro material

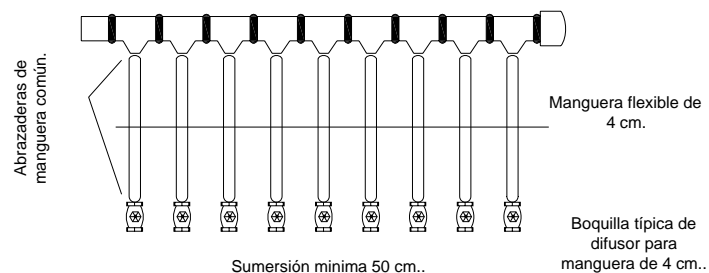


FIGURA 10 b. Difusores de cloro típico con boquillas colgantes para canales abiertos.

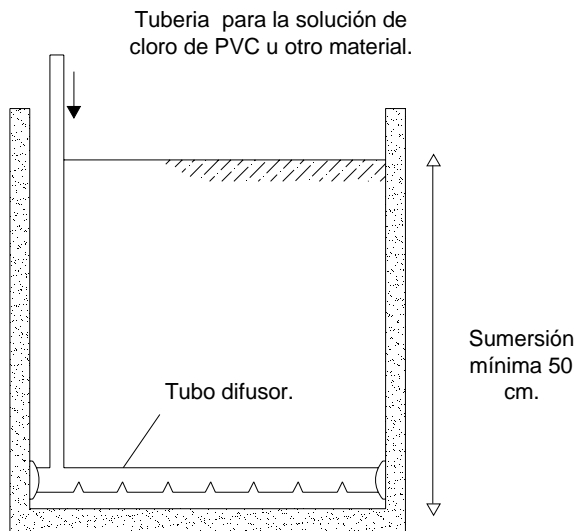


FIGURA 10 c. Difusor de canal abierto.

4. Los alimentadores de productos químicos en solución se pueden clasificar en tres grupos:
  - 4.1. De tasa constante.
  - 4.2. Proporcionales.
  - 4.3. De solución saturada.
5. Además de su constitución, tubos y placas de cerámica en la Figura 11, se muestran una serie de difusores utilizados, en el tratamiento de las aguas.
  - a. Rociador.
  - b. Tobera de choque.
  - c. Chorro de agua.
  - d. Diafragma flexible.

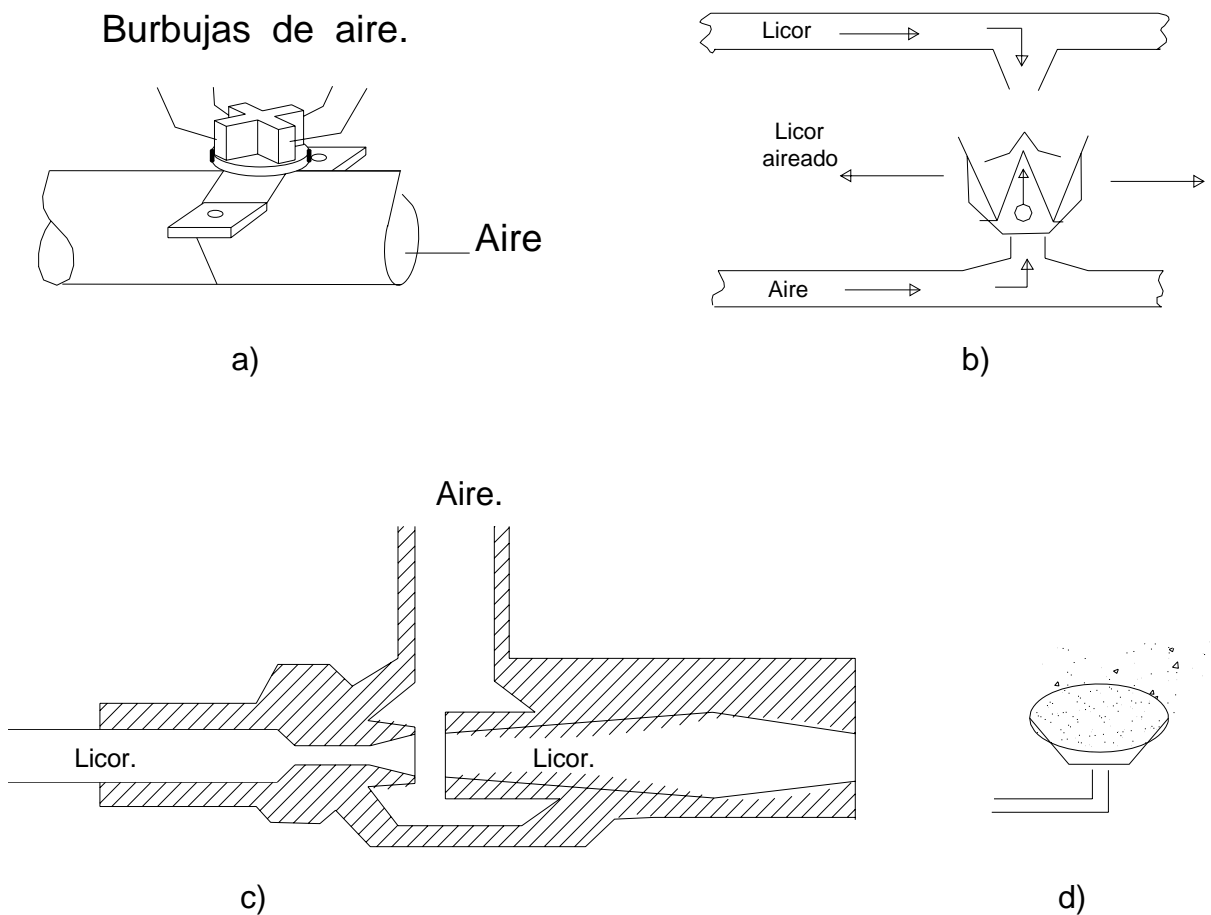


FIGURA 11. Dispositivos para aireación sumergida.

- f. Recolector de lodos.- Los mecanismos de acopio y remoción de lodos empleados en los tanques de sedimentación de flujo horizontal, se clasifican en:
1. Medios mecánicos.- Integrados por un motor-reductor, flechas catarinas y rascadores de cadena y corona dentada o sistemas de vacío, a base de bombas.
  2. Medios manuales.- En los tanques de sedimentación donde la capa de lodos tendrá que ser más profunda a la entrada que en la salida, con una profundidad deseable de almacenamiento de 2,0 m a la entrada y 0,3 m a la salida.
    - 2.1. La remoción se logra mediante la abertura de una o más válvulas de lodos localizadas en el extremo de entrada del tanque.

- 2.2. Los lodos remanentes pueden ser dirigidos a las descargas o drenaje, mediante chorros de agua con ayuda de mangueras de alta presión o boquillas localizadas en el piso del tanque.
  - 2.3. Los lodos húmedos se transportan en conductos a flujo libre y a presión; los lodos deshidratados (pasta o tortas), son movidos mediante conductores de banda, los granulares, (secados por calor), son acarreados neumáticamente o mediante conductores de banda o gusano.
- g. Ventilador.- De acuerdo con las características de su funcionamiento el ventilador industrial a que se refiere el capítulo, se clasifica por su capacidad de descarga, por la presión que maneja, por su velocidad de operación y su altura de operación, además de esto, en dos tipos específicos y un sólo grado de calidad y puede ser:
  - 1. Ventilador axial.
    - 1.1. Aspas fijas.
    - 1.2. Aspas de paso variable.
  - 2. Ventilador centrífugo.
    - 2.1. Jaula de ardilla.
    - 2.2. Aspas hacia atrás.
    - 2.3. Aspas radiales.
    - 2.4. Tipo turbina.
    - 2.5. Aspas autolimpiantes.
- h. Clasificación de los motores de combustión interna: Existen varias maneras de clasificar a los motores, sin embargo lo más general es:
  - 1. Por el combustible que utiliza:
    - 1.1. Motor de gasolina.- Posee un ciclo de trabajo en el que la combustión se realiza a volumen constante (otto).
    - 1.2. Motor diesel.- En este motor de combustión se efectúa a volumen constante al inicio de la misma y aproximadamente a presión constante al final (diesel).
    - 1.3. 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 de sus partes.

Además de la clasificación anterior, atendiendo a sus características, se pueden clasificar por:

2. El tiempo de ciclo:

- 2.1. Motor de dos tiempos.- Realiza el ciclo de trabajo completo en un giro del cigüeñal, o lo que es lo mismo dos carreras del émbolo.
- 2.2. Motor de cuatro tiempos.- Realiza el ciclo de trabajo en dos giros del cigüeñal o cuatro carreras del émbolo.

3. La formación de la mezcla:

- 3.1. 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 hasta los cilindros.
- 3.2. 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 a través de un inyector se introduce el combustible a velocidad y presiones elevadas, produciéndose el encendido de la mezcla. Su principal aplicación se da en los motores diesel.

4. Su utilización.

- 4.1. 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.
- 4.2. Estacionarios.- Estos motores se encuentran instalados en un lugar, previamente determinado, su régimen es uniforme y su carga constante.

5. La disposición de los cilindros.

- 5.1. En línea.- Es la forma más simple ya que todos los cilindros se encuentran en un mismo plano; se utiliza generalmente en motores hasta diez cilindros.
- 5.2. En "V".- Es el que posee dos filas de cilindros con un ángulo que puede ir de 30° a 120° entre la 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.



- 5.3. Radiales.- Esta disposición es la más usada en aviación, en ella la cantidad de cilindros se sitúa formando una circunferencia con cigüeñal común.
  - 5.4. Opuestos.- Tiene sus émbolos colocados en un mismo cigüeñal que al funcionar, unas veces se alejan y otras se acercan.
  - 5.5. Yuxtapuestos.- En él, los émbolos se alejan y se acercan pero no están fijos al mismo cigüeñal, sino en dos, uno en cada extremo del monoblock.
  - 5.6. 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.
6. El número de cilindros:
- 6.1. Monocilíndrico.- El que únicamente cuenta con un cilindro, su empleo más común es en el motor diesel.
  - 6.2. Policilíndrico.- Cuenta con dos o más cilindros, su empleo es ampliamente difundido en todos los tipos de combustibles.
7. El encendido de la mezcla:
- 7.1. Chispa.- Se utiliza básicamente en los motores de gasolina y gas natural. La chispa la produce una bujía por la alta tensión que circula en ella.
  - 7.2. 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.
8. La inyección de combustible.
- 8.1. Inyección por aire de presión.- El combustible se inyecta con la ayuda de ese aire, el cual procede de un compresor.
  - 8.2. Inyección mecánica.- Su construcción es más usada ya que es más eficiente, para esto se necesita una bomba de inyección que envíe la mezcla (aire-combustible) al inyector a alta presión; y éste a su vez, lo introduce al cilindro finamente pulverizado.

9. El sistema de enfriamiento:

- 9.1. 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.
- 9.2. 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.

10. El llenado del cilindro.

- 10.1. Vacío.- Es muy utilizado en los motores de 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 émbolo al bajar dentro del cilindro.
- 10.2. 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 atmósfera con lo que se logra un llenado más eficiente.

Además por el encendido de su mezcla, puede ser: por medio de bujía, o por inyección de diesel en ambos casos podrán ser de inyección, de aspiración natural o supercargados,

i. Equipo de medición.- Este se clasifica de acuerdo a su aplicación específica en:

- 1. Medidor de fuelle.
- 2. Medidor de flujo tipo retén o del tipo área variable.
- 3. Medidor de flujo de caudal rotatorio o de vertedero.
- 4. Medidor de flujo de desplazamiento positivo.
- 5. Medidor de émbolo oscilante o disco oscilante.
- 6. Medidor de lóbulo.
- 7. Medidor de émbolo alternativo.
- 8. Medidor de corriente de fluido.
- 9. Medidor de flujo electromagnético.
- 10. Medidor de ultrasonido.
- 11. Medidor de masa de flujo.

- j. El equipo de laboratorio se clasifica de acuerdo a su aplicación específica y tipo de ensaye donde se utilice y puede ser:
  - 1. Equipo para ensaye de materiales área metal-mecánica.
    - 1.1. Comparador óptico.
    - 1.2. Probador de dureza.
    - 1.3. Rugosímetro.
    - 1.4. Prensa para pruebas destructivas.
    - 1.5. Micrómetro, calibrador y gauges.
    - 1.6. Máquina de tensión, entre otros.
  - 2. Equipo para pruebas específicas de equipos, (sólo se tiene en fábricas) y puede constar de:
    - 2.1. Medidor de presión, flujo y potencia.
    - 2.2. Medidor de velocidad.
    - 2.3. Dinamómetro.
    - 2.4. Equipo de balanceo dinámico y/o estático.
    - 2.5. Sistema de fuerza.
    - 2.6. Analizador de gases.
  - 3. Equipo para análisis de agua, en plantas de tratamiento de aguas y que puede ser:
    - 3.1. Matraz, pipeta, mechero, probeta, entre otros.
    - 3.2. Reactivos específicos.
    - 3.3. Calorímetro.
    - 3.4. Centrífuga.
    - 3.5. Horno.
    - 3.6. Microscopio.
    - 3.7. Analizador de gases, entre otros.
- k. Dosificador de productos químicos. Se clasifica por el tipo de medidor y proporcionador de cargas. El dosificador puede ser intermitente, manual o automático, con inyección de la carga por medio de bomba o por gravedad.

Éste se clasifica en función de la carga a dosificar en:

1. Dosificador de polvos y granos.
2. Dosificador de semisólidos.
3. Dosificador de líquido.

I. El equipo de filtración se clasifica en:

1. Lecho de arena, grava, piedra quebrada u otro material a través del cual las aguas negras fluyen o gotean, cuya efectividad depende de la acción biológica.
2. De arena como medio filtrante y puede ser.
  - 2.1 De arena para lodos:
  - 2.2. Lecho de arena que se usa para eliminar agua de los lodos por escurrimiento y evaporación.
3. De bajo gasto o gasto normal.
  - 3.1. Filtro goteador diseñado para operar a bajas cargas de demanda bioquímica de oxígeno (DBO), por unidad de volumen de material filtrante y bajas dosificaciones por unidad de superficie (3 800 a 15 000 m<sup>3</sup>) llamados filtros goteadores estándar.
4. De gran gasto:
  - 4.1. Filtro goteador operado por un alto promedio diario de dosificación (38 000 a 114 000 m<sup>3</sup> contando con circulación del efluente.
5. De vacío:
  - 5.1. Filtro que consta de un tambor cilíndrico montado sobre su eje horizontal, cubierto con un material filtrante, parcialmente sumergido en el líquido y que gira sobre su eje. El vacío se aplica por debajo de la tela durante la mayor parte de una revolución del cilindro para extraer la humedad.
6. Goteador:
  - 6.1. Consiste en lechos de material, sobre el cual las aguas negras son distribuidas y aplicadas en goteos, películas o aspersiones con canaletas, escurrideros, distribuidores móviles o aspersores fijos.

7. Rudimentario:

7.1. Filtro para aguas negras de material burdo que se opera a grandes gastos, como tratamiento preliminar.

m. Clasificación de la caldera.- Además de lo descrito en el Capítulo 008 del Libro 8, tomo IV, la caldera se puede clasificar por las características propias de circulación del agua y a su destino.

1. Según circule el agua respecto a los tubos.

1.1. Puede ser caldera de tubos de humos.

1.1.1. Vertical de retorno.

1.1.2. Locomotora.

1.2. De tubos de agua.

1.2.1. De tubos rectos.

1.2.2. De tubos curvos.

2. Según el servicio a que está destinada:

2.1. Estacionaria.

2.2. Marina.

2.3. Locomotora.

3. El objeto del presente subinciso es el de establecer los requisitos mínimos de seguridad para el funcionamiento de los recipientes sujetos a presión y calderas en los centros de trabajo, para la prevención de riesgos a los trabajadores y daños en las instalaciones del Gobierno del Distrito Federal.

n. El compresor se clasifica atendiendo la interacción entre los elementos mecánicos del compresor y el fluido manejado en los siguientes tipos:

1. Tipo de desplazamiento positivo en:

1.1. Compresor reciprocante:

1.1.1. De un paso.

1.1.2. De múltiples pasos.

1.1.3. Enfriados por aire.

1.1.4. Enfriados por agua.

1.1.5. Impulsado por máquinas de gas integral.

1.1.6. Impulsado por máquinas de gas separada.

1.2. Compresor rotatorio.

1.2.1. Tipo abanico deslizante.

1.2.2. De dos lóbulos.

1.2.3. De tres lóbulos.

1.2.4. De pistón líquido.

2. Tipo dinámico.

2.1. Compresor de flujo radial (compresor centrífugo).

2.1.1. De una etapa.

2.1.2. De dos o más etapas.

2.1.2.1. Modular.

2.1.2.2. Horizontal.

2.1.2.3. Seccional.

2.2. Compresor de flujo axial.

2.3. Compresor de chorro.

3. Los compresores se clasifican así mismo en cuanto a su presión de descarga en alta, media y baja presión.

3.1. El compresor de presión alta debe producir una descarga superior a 0,24 MPa (2,50kgf/cm<sup>2</sup>).

3.2. Los compresores de presión media debe producir una descarga que varía entre 140 mm de columna de agua y los 0,24 MPa (2,50kgf/cm<sup>2</sup>).

3.3. El compresor de presión baja debe producir una descarga que varía de 0 a 140 mm de columna de agua.

o. La clasificación de las grúas viajeras es:

1. En función de su diseño o configuración en:

1.1. Tipo pórtico.

1.2. Tipo semipórtico.

2. En función de su elemento de sujeción de la carga o dispositivo bajo gancho.
  - 2.1. Automático.- Con la herramienta diseñada en su extremo de carga o sujeción, mediante placa magnética, con draga, para carga de horno, para manejo de electrodos, para ollas de fundición, para transporte de lingotes.
3. En función del número de puentes:
  - 3.1. Monopuente.
  - 3.2. Bipuente.
  - 3.3. Multipuente.
4. Por su tipo de servicio:
  - 4.1. Industrial.
  - 4.2. Siderúrgico.
  - 4.3. Nuclear.
5. Por la clase de servicio:
  - 5.1. De reserva u ocasional.
    - 5.1. De reserva o emergencia empleada en instalaciones tales como: plantas generadoras de energía, cuarto de turbinas, cuarto de motores, estaciones de transformadores, estaciones eléctricas tipo compacto; donde es necesario manejar cargas útiles valiosas, con precisión, a bajas velocidades y con tiempos muertos muy largos entre cada levantamiento.
    - 5.1.2. Ocasional.- Empleada en instalaciones tales como: talleres pequeños de mantenimiento, cuarto de bombas hidráulicas, laboratorios de pruebas, operaciones similares y donde las cargas útiles por manejo son relativamente ligeras, las velocidades de operación son bajas y se requiere poca precisión en el control de la carga.
  - 5.2. Servicio ligero. Empleada en instalaciones tales como: talleres de reparación, servicio en almacenes de baja capacidad, talleres mecánicos, líneas de procesos con bajo nivel de producción y en general todas aquellas instalaciones donde las necesidades de servicio son ligeras y las velocidades de operación son bajas.

- 5.3. Servicio mediano empleada en instalaciones tales como: talleres de maquinado, líneas de proceso con nivel medio de producción, cuarto para máquinas de molinos para papel y en todas aquellas instalaciones en donde las necesidades de servicio son moderadas.
- 5.4. Servicio pesado. Este tipo de servicio incluye grúa operada desde cabina, utilizada en instalaciones tales como: talleres de maquinado pesado, plantas de fundición, de fabricación, almacenes para aceros, para operaciones con electroimán o almeja, donde se requiere el desplazamiento con una gran capacidad de carga, pero que no existe un ciclo de operación específico.
- 5.5. Servicio severo. Este tipo de servicio incluye grúas con capacidad de manejo continuo de cargas útiles, con un valor igual al de la capacidad nominal de la grúa, a muy altas velocidades y con un ciclo de operación severo durante su ciclo de operación diario.
6. El objeto del presente subinciso es el de establecer los parámetros de calidad que deben cumplir las grúas viajeras una vez puestas en operación en las instalaciones del Gobierno del Distrito Federal.
- B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o puede intervenir en la Calidad de los Equipos Mecánicos, que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas, conceptos que deben sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Calidad, que se asientan en los capítulos indicados en la siguiente tabla y de los cuales ya no se hará referencia en el texto de este capítulo.

Descripción	Capítulo de referencia	Dependencia
Ley General de Equilibrio Ecológico		SEDUE
Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y sus Normas Técnicas Complementarias.		G.D.F.
Ley Federal Sobre Metrología y Normalización		SECOFI



Descripción	Capítulo de referencia.	Dependencia
Sistema General de Unidades de Medida	NOM-008	SECOFI
Muestreo para la inspección por atributos	NMX-Z-12- 1, 2 y 3	SECOFI
Acuerdo sobre vigilancia del producto	NOM-106	SECOFI
Métodos de prueba mecánicos para productos de acero	NMX-B-172	CANACERO
Rieles guías para elevadores	NMX-B-073	CANACERO
Torones y cables de acero	NMX-H-084	CANACERO
Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos.	NMX-CC-9001	IMNCI
Directrices para la documentación de sistemas de gestión de la calidad.	NMX-CC-1013	IMNC
Sistemas de gestión de la calidad. Recomendaciones para la mejora del desempeño.	NMX-CC-9004	IMNC
Plantas potabilizadoras	2.03.05.001	G.D.F.
Plantas de tratamiento de aguas residuales	2.03.05.002	G.D.F.
Acero estructural	NMX-B-254	CANACERO
Métodos de prueba para motores de combustión interna	NOM-D-6	SECOFI
Clasificación de cubiertas para bandas transportado-ras	NMX-T-036	SECOFI

Descripción.	Capítulo de referencia	Dependencia
Bandas transportadoras y elevadoras, tolerancias.	NMX-T-040	SECOFI
Bandas transportadoras anchos normales	NMX-T-044	SECOFI
Planes de muestreo y procedimientos de inspección para diferentes niveles de calidad aceptable	NMX-J-97	SECOFI
Bombas centrífugas	NMX-0-041	SECOFI
Métodos de prueba hidrodinámica e hidrostática para bombas centrífugas	NOM-0-140	SECOFI
Eficiencia energética de bombas	NOM-O-010	SECOFI
Instrumentos de medición Medición de flujo de agua en conductos cerrados de sistemas hidráulicos	NOM-O-012	SECOFI
Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.	NOM-018	STPS.
Recipientes sujetos a presión y calderas. Funcionamiento. Condiciones de seguridad.	NOM-020	STPS.
Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.	NOM-026	STPS.

Descripción.	Capítulo de referencia	Dependencia
Eficiencia térmica de calderas paquete. Especificaciones y métodos de prueba	NOM-078	SECOFI
Código de calderas	Secciones I y II	ASME-AMIME
Conservación y mantenimiento de calderas	8.02.02.008	G.D.F.
Manual de calderas		SELMEC
Generalidades	8.02.02.001	G.D.F.
Cimentaciones	8.01.02.002	G.D.F.
Métodos de pruebas mecánicas para soldaduras	NMX-H-7	SECOFI
Métodos de prueba para determinación de la dureza Rockwell y superficial en materiales metálicos	NMX-B-119	SECOFI
Lámina de acero al carbono, laminada en caliente para uso común	NMX-B-248	SECOFI
Lámina de acero al carbono, laminada en frío para uso estructural	NMX-B-348	SECOFI
Capacitación, calificación y certificación de personal de ensayos no destructivos.	NMX-B-482	SECOFI

- C. Requisitos de calidad.
- C.01. Dependiendo de la orden de compra, el Gobierno del Distrito Federal, indicará las características que estos equipos, material o piezas de repuesto, deben cumplir y en las que se deben indicar:
- a. Las especificaciones, su garantía y tolerancias.
  - b. Los requisitos de calidad.
  - c. Las dimensiones críticas del producto mayores y menores, requisitos de su inspección y pruebas, lugar para las mismas, niveles de calidad y el muestreo específico a que se someterán los equipos.
- C.02. La forma de inspección y las pruebas que se deben aplicar al equipo, materiales o piezas de repuesto que el Gobierno del Distrito Federal requiera, dependiendo de la situación de la calidad, podrán ser la inspección a la primera pieza, o al examen más rígido del 100 por ciento
- C.03. Todos los equipos, sus componentes, materiales o piezas de repuesto, deben contar con sus gráficas de control por mediciones y las gráficas de control por atributo, con su correspondiente adaptación para su ensamble o armado, cuando el Gobierno del Distrito Federal así lo solicite.
- C.04. El Gobierno del Distrito Federal dará al proveedor las garantías precisas de que habrá aceptación con los métodos de inspección que se adopten, cuando los productos tengan una calidad por lo menos equivalente, si no, superior a lo pactado, dependiendo de:
- a. Tipo de material que constituye el suministro.
  - b. Dimensiones y volúmenes del suministro.
  - c. Modalidad de la entrega.
- C.05. Además de lo descrito en los incisos C.01 a C.04, los equipos, materiales o piezas de repuesto anteriores, deben cumplir con todos los requisitos y disposiciones legales, derivadas del contrato, aún si éstos no se mencionan en él.

C.06. Los requisitos de calidad de los equipos deben cumplir con las normas descritas en la cláusula B de Referencias y además:

a. Muestreo y pruebas.

1. Cuando se requiera muestreo para una inspección, éste podrá ser establecido de común acuerdo entre consumidor y fabricante, recomendándose el uso de la norma mexicana NMX-Z-12; el muestreo está sujeto a las aplicaciones de la dependencia que lo efectúe.
2. Para el caso en que el equipo adquirido por el Gobierno del Distrito Federal, este constituido por dispositivos, mecanismos y otros elementos, dicho equipo debe funcionar como un todo, en este caso no debe haber muestreo y no deben hacerse pruebas destructivas, si no de funcionamiento, con un nivel de calidad aceptable (NCA) mínimo del 98% durante su periodo de garantía, por defecto de fabricación.

Las omisiones o errores en traducciones de un idioma extranjero al idioma español, de los manuales de operación, garantía, conservación o mantenimiento; que ocasionen daños o servicio deficiente, que cualquier equipo haya sido dañado parcial o totalmente en cualquiera de sus partes o que las piezas que lo constituyen no hayan sido entregadas en su totalidad o a tiempo, será responsabilidad del fabricante, proveedor o contratista con el que directamente el Gobierno del Distrito Federal haya contraído obligación contractual o bajo pedido específico. Las situaciones de riesgo descritas en este subinciso son de manera enunciativa, no limitativa, por lo que la dependencia contratante podrá hacer nuevas consideraciones si así lo cree conveniente y además:

3. Los equipos, mecanismos o dispositivos, independientemente de que sean sometidos al muestreo aleatorio para comprobar sus requisitos de calidad o que se sometan directamente a las pruebas sin dicho muestreo, deben cumplir como requisito de calidad y como primera prueba obligatoria, con las especificaciones de proyecto, por lo que el contratista deberá entregar al representante del Gobierno del Distrito Federal entre otros los siguientes documentos debidamente firmados, como pleno conocimiento del equipo comprometido a fabricar o instalar:

1. Dibujos de planta y elevación.
2. Dimensiones generales
3. Lista de componentes.
4. Catálogo y boletines o fichas técnicas del equipo.
5. Manuales de ensamble, instalación, operación y mantenimiento.

6. Planos certificados indicando dimensiones, peso y tolerancias o certificado original de calidad del equipo.
  7. Lista de partes de repuesto.
  8. Diagramas de interconexión.
  9. El manual de mantenimiento debe incluir especificaciones de ajustes, tolerancias, tipo de lubricante (en caso de requerirlos) y periodicidad del mantenimiento.
4. Cuando el Gobierno del Distrito Federal así lo determine, como parte del aseguramiento de la calidad de equipo, mecanismo, pieza o lote, en cuestión, se deberá someter a las pruebas (simplemente se enumerarán las pruebas pero no el método, así mismo los aparatos e instrumentos de medición para el desarrollo y ejecución de las pruebas) que se indican en cada uno de los incisos que tratan sobre los equipos mecánicos.

C.07. Bomba.

- a. Los siguientes datos facilitan la identificación del producto a normar.
  1. Nombre del producto.
  2. Tipo.
  3. Gasto.
  4. Carga dinámica total.
  5. Lugar de instalación.
  6. Fluido que se bombeará.
  7. Tipo de servicio.
  8. Fuente de energía.
- b. Además de lo descrito, como características propias de las bombas, se debe consultar la norma NMX-0-141 indicada en la cláusula de Referencias y las especificaciones propias del proyecto que el Gobierno del Distrito Federal debe proporcionar al fabricante del equipo.
- c. Los parámetros (carga, gasto y eficiencia), el tipo de la bomba que será fabricada, los diámetros de succión y descarga, deben ser proporcionados por el representante del Gobierno del Distrito Federal para que el fabricante determine los diagramas y curvas características.
- d. El conjunto motor-bomba debe cumplir con los valores de eficiencia que se obtengan como producto de la multiplicación de la eficiencia de la bomba por la eficiencia del motor que tenga acoplado.

En la Tabla 1 se indican los valores de referencia para la eficiencia de la bomba sumergible.

TABLA 1 Eficiencia de la bomba sumergible.

Capacidad de la bomba l.p.s.	Eficiencia %
Hasta 2,0	78
De 2,0 hasta 5,0	61
De 5,0 hasta 15,0	71
De 15,0 hasta 25,0	72
De 25,0 hasta 30,0	74
De 30,0 hasta 60,0	77
Mayor que 60,0	78

En la Tabla 2.- Se indican los valores de referencia para la eficiencia del motor sumergible.

TABLA 2. Eficiencia del motor sumergible.

Motor kW.	Motor hp.	Eficiencia %.
Hasta 1,5	Hasta 2,0	68
De 1,5 hasta 2,2	De 2,0 hasta 3,0	72
De 2,2 hasta 3,7	De 3,0 hasta 5,0	73
De 3,7 hasta 5,6	De 5,0 hasta 7,5	75
De 5,6 hasta 7,5	De 7,5 hasta 10,0	77
De 7,5 hasta 11,2	De 10,0 hasta 15,0	79
De 11,2 hasta 14,9	De 15,0 hasta 20,0	80
De 14,9 hasta 22,4	De 20,0 hasta 30,0	81
De 22,4 hasta 29,8	De 30,0 hasta 40,0	83
De 29,8 hasta 44,7	De 40,0 hasta 60,0	86
Mayores que 44,7	Mayores que 60,0	87

- e. Los requisitos de calidad de las bombas deben ser inspeccionados por el representante del Gobierno del Distrito Federal, en función de los fluidos a manejar. Ver los subincisos A.02.a.1, al A.02.a.5 de este capítulo, ya que las bombas pueden fabricarse en casi todos los metales comunes conocidos o de sus aleaciones, así como de porcelana, vidrio, cerámica, materiales sintéticos y otros, de acuerdo a los párrafos A-02.a.5.1 al A.02.a.5.6, de esta cláusula.
1. La bomba construida con partes de bronce, su carcasa debe ser de hierro fundido, la flecha de acero, el impulsor, los anillos de desgaste y los manguitos de las flechas de bronce.
  2. Bomba toda de bronce. Todas las partes que estén en contacto directo con el fluido bombeado deben ser fabricadas con bronce.
  3. La bomba de bronce de composición específica. Todas las partes de la bomba que están en contacto directo con el fluido bombeado deben ser fabricadas en bronce con propiedades para el uso específico de la bomba.
  4. Bomba todo de hierro. Todas sus partes que están en contacto con el fluido bombeado deben ser fabricados de metales ferrosos.
  5. La bomba con partes de acero inoxidable. Debe construirse de acero resistente a la corrosión, como son la carcasa, el impulsor, los anillos de desgaste y manguitos de la flecha.
  6. La bomba todo de acero inoxidable. Todas las partes de la bomba que estén en contacto directo con el fluido bombeado deben ser fabricadas en acero resistente a la corrosión y con propiedades adecuadas para el uso específico a que se destina la bomba.
- f. Además de lo descrito en los incisos anteriores de esta cláusula, deben cumplirse, para todas las bombas en general lo siguiente:
1. La fabricación de las bombas debe ser tal que garantice su intercambiabilidad.
  2. El diámetro de la succión, preferentemente debe ser mayor que el diámetro de la descarga.
  3. Toda los pasajes del líquido de la carcasa y del impulsor que son inaccesibles, deben presentar un acabado de superficies tan liso como sea posible.



4. La bomba debe tener barrenos apropiados, con tapones en la voluta de la carcasa, en el lugar donde se gotee el líquido de la caja de empaques debe tener barrenos, para dar salida a gases atrapados en donde sea necesario el drenado.
  5. La base en la cual se coloca la bomba o la bomba y el accionador, debe ser rígida y estable, de tal forma que el alineamiento de la bomba y el accionador no sea afectado bajo condiciones normales de trabajo.
  6. La carcasa debe resistir cuando menos una presión hidrostática de 1,5 veces la presión máxima de operación de la bomba.
  7. El impulsor debe estar balanceado estática y dinámicamente, para que su rotación no cause vibración y debe ser del tipo apropiado, para las condiciones de servicio al que se destine.
  8. La flecha debe ser recta y debe tener las tolerancias correctas, para que en ella se ajusten bien el impulsor, los coples, las poleas, las chumaceras y otros elementos; asimismo, debe satisfacer los requerimientos de velocidad crítica. El impulsor y los elementos interconectados deben sujetarse firmemente a la flecha por medios apropiados.
  9. Los cojinetes pueden ser de rodillos, de bolas, de zapas, de aguja, de metal antifricción u otros, que sean capaces de soportar cargas radiales, así como empujes axiales.
  10. Para una misma velocidad, el accionador debe ser de tal naturaleza que se ajuste a las necesidades de trabajo de la bomba y que sea capaz de proporcionar siempre una potencia mayor a la requerida en el punto de operación específico de la bomba.
- g. Cuando se trate de bomba centrífuga auto cebante, además de lo indicado anteriormente, debe observarse lo siguiente:
1. Su requisito de calidad debe incorporar una succión ahogada, incluyendo el ojo del impulsor, a fin de estar siempre cebada.
  2. Debe tener un dispositivo en la parte superior de la voluta, para dejar escapar gases atrapados.
  3. Debido a su auto cebamiento, esta bomba tiene una succión sencilla y su servicio puede ser continuo o intermitente.

- h. Los requisitos de calidad de la bomba centrífuga sanitaria deben ser muy especiales, ya que los materiales para fabricar éstas, son especialmente seleccionados para evitar contaminación de origen bacterial o químicos en manejo de alimentos y bebidas, por lo que un descuido en la fabricación de esta bomba puede alterar el color o el sabor del fluido bombeado a su vez, evitar que los materiales se vean afectados por los agentes empleados en su aseo general, por lo que se debe observar lo siguiente:
  - 1. Debe ser altamente resistente a la corrosión
  - 2. Ser fácilmente desarmable para su limpieza.
  - 3. No triturar los alimentos ni producir espuma durante el bombeo.
  - 4. Tener un sistema de lubricación absolutamente sellado.
  - 5. No tener partes sujetas a desgaste o rozamiento durante su operación.
  - 6. Tener empaques herméticamente sellados en el interior de la carcasa.
  - 7. Los pasajes interiores deben ser tersos y libres de perfiles abruptos o cambios pronunciados.
- i. Respecto a la bomba centrífuga para agua con sólidos en suspensión, empleada en el manejo de materiales sólidos que tienen fluidos como vehículo, estos materiales pueden ser de aguas residuales, sedimentos, lodos, cieno y arena, materiales fibrosos (pulpas), entre otros; los requisitos de calidad con los que deben fabricarse son:
  - 1. Su diseño debe ser con secciones de pared bastante gruesas o disponer de coberturas, a fin de compensar el desgaste por la abrasión ocasionada por los sólidos en suspensión. Debe ser así mismo, fácilmente desarmable sin necesidad de desconectar las tuberías de instalación.
  - 2. Todos los pasajes a través del sistema de tubería, impulsor y carcasa de la bomba, deben ser suficientemente amplios, para dejar pasar los sólidos más voluminosos que se han de bombear.
  - 3. La velocidad del flujo debe ser tal que los sólidos se mantengan en suspensión, para disminuir con ello la tendencia a la tapazón o estancamiento de los sólidos, así como el efecto abrasivo de éstos. Esta velocidad no debe ser menor de 1,5 m/seg, pero no debe ser tan alta que se presente mucha abrasión. Debe tenerse en cuenta, desde luego que la velocidad de bombeo depende del peso específico relativo, el tamaño, la forma y la consistencia del material bombeado.

4. Los materiales de construcción de la bomba deben seleccionarse de acuerdo con la naturaleza del fluido bombeado. Éstos y el diseño normal son adecuados para la mayoría de las diversas aplicaciones o usos, aunque en ocasiones se requieren materiales o aleaciones especiales, recubrimientos de hule, hule artificial, plástico o cerámica y además de empaques de construcción especial y otras características para ciertos casos particulares.
  5. El impulsor debe ser de álabes redondeados, evitándose cantos agudos y delgados.
  6. Los impulsores de estas bombas pueden ser abiertos o cerrados.
- j. La bomba centrífuga de proceso, aun cuando en muchos aspectos asemeja a la bomba para sustancias químicas, se diseña generalmente para temperaturas mayores, por lo que en sus requisitos de calidad se debe considerar:
1. La carcasa debe fabricarse extra gruesa, para dar un margen mayor de seguridad contra la corrosión y abrasión.
  2. Cuando maneje fluidos extremadamente corrosivos o trabajen a temperaturas muy altas, el fabricante debe proveer sellos mecánicos dobles.
  3. El fabricante debe considerar que todas las bombas que provea, tendrán el mismo criterio de diseño: simplicidad, confianza de operación, intercambiabilidad de sus partes, etc. Asimismo, para facilitar la instalación, la boquilla de succión de la unidad puede ser vertical u horizontal, la boquilla de descarga debe ser vertical, en todas las bombas deben colocarse empaques o sellos mecánicos.
  4. Para este tipo de bomba de proceso y para sustancias químicas, su columna desarrollada puede variar entre 6 y 250 metros columna de agua, (m.c.a)  $\pm 1\%$  y la temperatura máxima de fluido será de 693K (420°C) para proporcionar un gasto máximo de 315 lps.  $\pm 2\%$ .
- k. La bomba centrífuga para líquidos volátiles, diseñada para manejar gasolina, queroseno, nafta, líquidos refrigerantes u otros de propiedades semejantes; o todos aquellos que vaporicen a temperaturas y presiones normales. Además, deben considerarse como volátiles aquellos fluidos que se encuentran a temperaturas y presión cercana a la ebullición. Esta bomba debe reunir las siguientes características esenciales:

1. Siempre que la presión de succión varíe en un amplio rango, que el líquido bombeado sea inflamable, corrosivo o tóxico, la caja de empaques debe proveerse de sellos mecánicos o empaquetadura; además deben usarse uno o más de los siguientes elementos: camisas de enfriamiento, conexiones de balanceo, sellos hidráulicos, de aceite o de grasa.
- I. La bomba centrífuga para sustancias químicas, diseñada para el manejo de fluidos corrosivos de amplia aplicación en servicios de proceso; debe estar diseñada para evitar la necesidad de cambios considerables en sus materiales de construcción, empaque, motor, etc.; el fabricante debe considerar lo siguiente:
1. Los materiales que pueden usarse en la construcción de las partes principales de esta bomba son: bronce, fierro, acero al carbón, o de aleaciones, vidrio, plástico, hule duro, porcelana, acero inoxidable y una gran cantidad de otros metales y de materiales sintéticos resistentes a la corrosión y a la abrasión.
  2. Los materiales de construcción para las partes que entran en contacto con los fluidos, incluyendo caja de empaques o sellos, deben ser elegidos cuidadosamente con el fin de que ofrezcan resistencia máxima a la corrosión y a la abrasión, así como a la temperatura de bombeo.
  3. El propósito principal en el diseño de esta bomba es lograr la máxima resistencia a la corrosión y a la abrasión. Además, debe ser desarmable rápida y fácil de inspeccionar o reparar; asimismo, debe ser fácil de instalar y operar.
  4. Esta bomba puede fabricarse del tipo voluta. con succión axial y con impulsor abierto o cerrado, tener baleros de servicio pesado, caja de empaques convencionales; en algunos diseños, previstos para enfriamiento de los empaques mediante un fluido compatible con la naturaleza del fluido bombeado, cuando la temperatura de éste exceda de 423K (150°C).
  5. Cuando el fluido bombeado sea tóxico, inflamable y en general, dañino, el fabricante debe incorporar sellos mecánicos.
- m. La bomba centrífuga para aceite con temperaturas que varían desde 423K (150°C) hasta 728K (455°C), el fabricante debe observar lo siguiente:
1. Los materiales empleados para la construcción de esta bomba debe tener un coeficiente uniforme de dilatación, debiendo ser seleccionados con particular cuidado en relación a la naturaleza corrosiva del aceite caliente.

2. La caja de empaques y los cojinetes deben estar provistos de camisas de enfriamiento.
  3. Es importante que cuente con suficiente CNPSD.
  4. Para evitar la vaporización del líquido en el ojo del impulsor, se deben colocar ventilas en la cámara de bombeo.
- n. La bomba centrífuga para condensados, utilizada para manejar vapor condensado desde un condensador, u otra forma cualquiera de equipo intercambiador de calor de superficie hacia un calentador, su tubería de succión debe ser de diámetros apropiados para permitir bajas velocidades, debe ser corta y tan recta como sea posible, con el mínimo de accesorios y vueltas, ya que operan con baja presión de succión y baja CNPSD. Los materiales de construcción deben seleccionarse cuidadosamente con el fin de que presenten la máxima resistencia a la corrosión y a la abrasión.
- o. La bomba centrífuga de alimentación a calderas es generalmente de capacidades medianas, pero de altas presiones, casi todas son del tipo multipasos, construidas con metales apropiados para manejar aguas tratadas y a altas temperaturas en las calderas, por lo que el fabricante debe considerar:
1. Los materiales empleados en la construcción de bombas para la alimentación de calderas deben seleccionarse con sumo cuidado, de manera que resistan la acción corrosiva y abrasiva del líquido alimentado. Para su fabricación, puede emplearse fierro fundido, aunque es preferible usar bronce o acero, o aceros resistentes a la corrosión y abrasión, del tipo cromo o cromo - níquel.
  2. Para temperaturas de bombeo mayores de 423K (150°C), las cajas de empaques deben estar provistas de camisas de enfriamiento.
- p. La bomba centrífuga para minas, empleadas en el manejo de ácidos y agua de minas con arenillas y/o mezclas abrasivas y lodos, en su fabricación debe considerarse:
1. Los materiales de construcción para las partes de la bomba en contacto con el líquido bombeado deben ser aquellos que ofrezcan una alta resistencia a la corrosión y a la abrasión.
  2. Su diseño debe considerar los dispositivos que impidan que los medios corrosivos lleguen a la flecha de la bomba.
  3. Su fabricación debe permitir renovar fácilmente aquellas partes que están expuestas a la corrosión o al desgaste.

- q. La bomba de pozo profundo utilizada para alimentación de agua, debe usar los siguientes materiales en su construcción.

1. Tazones - fierro.
2. impulsores - bronce.
3. Flecha de impulsor - acero inoxidable 13% cromo.
4. Flecha de línea - acero al carbón.
5. Chumaceras - bronce.
6. Tubos - acero.
7. Cabezal de descarga - fierro o acero.

Este tipo de bomba debe fabricarse con carcasa tipo difusor y preferentemente del tipo partida para facilitar la inspección de las partes internas.

La bomba de pozo profundo puede ser lubricada por medio de agua (Figura 12) o por medio de aceite (Figura 13). En estas figuras se muestran además las partes constitutivas de las bombas de pozo profundo.

Las flechas de impulsores deben ser de acero inoxidable con 13% de cromo, en tanto que las flechas de transmisión serán de acero con 0,38 a 0,45% de carbono, rolado en frío y rectificado.

Las chumaceras guías deben situarse en puntos equidistantes para reducir la longitud entre apoyos y las consecuentes vibraciones. Estas chumaceras (bujes de bronce) se localizan en:

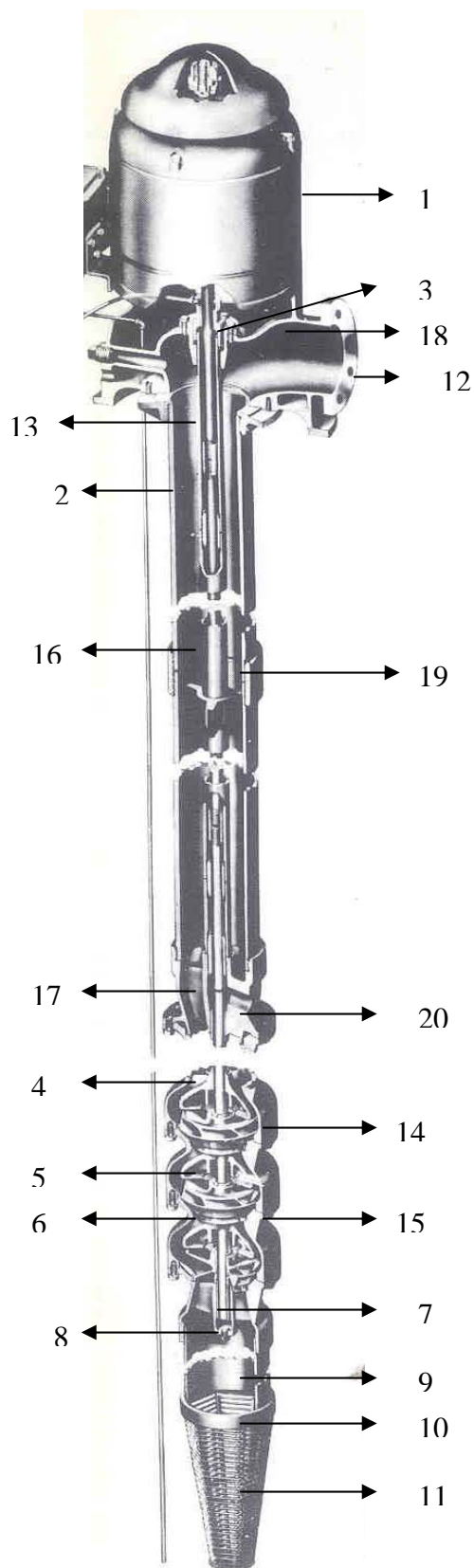
Chumaceras en el cono de entrada.

Chumacera en cada tazón.

Chumacera en el cono de salida.

Chumacera de línea.

Cojinete de baleros en el motor.



1. Motor vertical flecha hueca.
2. Flecha de línea.
3. Deflector de agua.
4. Chumacera de tazón superior.
5. Chumaceras de tazones intermedios.
6. Impulsores.
7. Guarda arenas de la caja de succión.
8. Chumacera de la caja de succión.
9. Caja de succión.
10. Tubo de succión.
11. Colador cónico.
12. Cabezal de descarga.
13. Coples de la flecha de línea.
14. Tazón superior.
15. Tazón intermedio.
16. Porta chumacera.
17. Chumacera de la caja de descarga.
18. Glándula.
19. Chumacera de hule.
20. Caja de descarga.

FIGURA 12. BOMBA TIPO TURBINA LUBRICADA POR AGUA.

**TUERCA DE AJUSTE DEL EJE SUPERIOR**

Fácilmente accesible para el ajuste correcto de los impulsores

**LUBRICADOR AUTOMATICO DEL EJE DE LINEA**

Con capacidad de 3.78 litros (1 galón). En los cabezales eléctricos la válvula de solenoide se abre cuando la bomba arranca y se cierra cuando la bomba no está en operación.

**TUERCA DE TENSION**

Actúa como Cojinete del eje del cabezal de descarga y como cierre del prensa estopas.

**PLATO DE TENSION DEL TUBO DE CUBIERTA**

Mantiene tenso el tubo que encierra el árbol de transmisión, asegurando en esta forma una alineación perfecta de los cojinetes.

**BRIDA DE LA COLUMNA**

Facilita el montaje y desmontaje del cabezal de la bomba y de la tubería de columna.

**COJINETE ENCERRADO DEL ARBOL DE TRANSMISION**

De bronce, colocado a intervalos de 1.52 Mts. (5 pies), ranurado para asegurar una lubricación positiva.

**ESTABILIZADOR DEL TUBO DE CUBIERTA, DE CAUCHO REFORZADO**

Para entrar el tubo de cubierta en la tubería de columna. Colocado a intervalos recomendados por los ingenieros Johnston.

**COJINETE DE LA CAJA DEL TAZON DE DESCARGA**

Conecta el tubo de cubierta al tazón de descarga.

**EJE DE LOS IMPULSORES**

De acero inoxidable, rectificado y bruñido a precisión.

**DEFLECTOR**

**COJINETE DE TAZON SUPERIOR**

De bronce.

**COJINETE DEL TAZON INTERMEDIO**

Combinación de bronce y caucho.

**IMPULSORES**

Tipo cerrado, de bronce o de hierro con forro de porcelana Vitriform.

**CANDADO CONICO DEL IMPULSOR**

Mantiene al impulsor en posición firme sobre el eje.

**MOTOR VERTICAL DE EJE HUECO**

Manufacturado especialmente para Bombas Turbina Verticales. El cabezal de descarga se puede también equipar con conjuntos o aditamentos de polea, ya sea para correas "V" o correas planas, con un impulsor de engranajes a ángulo recto, o bien, con una combinación de los diferentes tipos de mecanismos de impulsión.

**CABEZAL DE DESCARGA SOBRE LA SUPERFICIE**

De diseño moderno lo cual permite un fácil acceso a las piezas integrantes y es de instalación sencilla.

**CONEXION DE LA BRIDA**

En tamaños para todas las roscas de tubería standard.

**COPEL DEL EJE**

De acero y acabado a precisión.

**ARBOL DE TRANSMISION**

De acero rectificado, bruñido y pulido para embonar perfectamente en los cojinetes. Se suministra en tramos de 3.05 Mts. (10 pies).

**TUBO CUBIERTA DEL EJE**

De acero extra pesado; mantiene los cojinetes alineados.

**COPEL DE TUBO DE COLUMNA**

De 8 hilos por cada 2.54 cms. (1") para juntas a tope.

**TUBO DE COLUMNA**

De alta calidad, cuerda recta de 8 hilos por cada 2.54 cms. (1") para juntas a tope.

**CAJA DE DESCARGA**

Conecta el tubo de la columna a los tazones de la bomba.

**TAZON SUPERIOR**

Los tazones son de hierro vaciado, de grano cerrado, de alta calidad.

**TAZON INTERMEDIO**

Suministrado con forro de esmalte Vitriform o sin él.

**ANILLOS DE CIERRE DE LOS IMPULSORES**

De bronce especial, de gran resistencia al desgaste, colocados a presión y renovables.

**ANILLO GUARDA ARENAS**

Mantiene a los cojinetes libres de la acción abrasiva de la arena.

**COJINETE DE LA CAJA DE SUCCION**

De bronce

**CAJA DE SUCCION**

Guía el líquido al primer impulsor con el mínimo de pérdida por fricción, eliminando la turbulencia.

**COLADOR DE SUCCION**

Evita que sólidos grandes entren en la bomba.

**BOMBA LUBRICADA POR ACEITE CON IMPULSORES CERRADOS**



### FIGURA 13. BOMBA TIPO TURBINA LUBRICADA POR ACEITE.

- r. El marcado de cada bomba aceptada debe llevar en su lugar visible, con caracteres claros, los datos siguientes:
1. Nombre comercial o razón social del fabricante.
  2. Número de serie.
  3. Dirección de rotación.
  4. Capacidad en l/s.
  5. La Leyenda "HECHO EN MEXICO" o país de procedencia.
  6. EL fabricante o proveedor debe proporcionar al Gobierno del Distrito Federal (una vez realizada la operación de compra-venta) la gráfica o tabla de rendimiento de la bomba que sirva como referencia.
- s. Pruebas de bombas.- En las hojas de datos se debe especificar cuál de las siguientes pruebas debe efectuarse con o sin testigos según lo especifique el Gobierno del Distrito Federal:
1. Pruebas hidrostática e hidrodinámica
  2. Prueba de funcionamiento.
  3. Prueba de la carga neta de succión positiva (CNPSH).
  4. Inspección de fábrica

NOTA 1: La aceptación de cualquiera de las pruebas anteriores, no releva al fabricante de la responsabilidad del funcionamiento de su equipo en el campo, de acuerdo con las condiciones especificadas en la hoja de datos.

NOTA 2: Se debe hacer una inspección cuidadosa de la instalación, antes de la prueba, para asegurar una adecuada operación de la bomba, tomando en consideración lo siguiente:

- 2.1. Observar el correcto ensamble de la bomba.
- 2.2. Revisar los puertos (pasajes del líquido de la bomba), para evitar errores durante la prueba, causados por obstrucciones en dichos puertos.
- 2.3. Alinear bomba y motor.
- 2.4. Evitar que la boquilla de succión y de descarga de la bomba estén sometidos a esfuerzos.

- 2.5. Revisar la toma para la instalación de los instrumentos de medición.
- 2.6. Determinar los diámetros de las tuberías de succión y descarga de las tomas en los puntos de medición de la presión, de modo que puedan determinarse las cargas de velocidades.
- 2.7. Revisar conexiones eléctricas.
- 2.8. Revisar el sentido de giro.
- 2.9. Verificar que no existan entradas de aire en la línea de succión.
- 2.10. Para la comprobación de la carga neta positiva de succión debe regularse.

- 1.1. Prueba hidrostática e hidrodinámica.- La carcasa debe ser probada hidrostáticamente a temperatura ambiente y a 1,5 veces la presión máxima permisible de la bomba, pero no a una presión menor a 1,03 MPa (10,5 kg/cm<sup>2</sup>).
  - 1.1.1. Las bombas con doble carcasa pueden ser probadas hidrostáticamente por secciones.
  - 1.1.2. El tiempo de la prueba hidrostática será como mínimo 3,00 horas; el Gobierno del Distrito Federal verificará y aprobará la bitácora de pruebas. La realización de esta prueba requiere manómetros y un sistema para suministrar un fluido a presión a la carcasa de la bomba.
  - 1.1.3. El fluido que se utilice debe permitir la observación y detección de fugas.
- 2.1. Prueba de funcionamiento.- El fabricante de la bomba debe hacer las pruebas correspondientes y necesarias en su fábrica y proporcionará al Gobierno del Distrito Federal los datos compuestos de carga, capacidad, potencia y curvas correspondientes a velocidad constante.
  - 2.1.1. Para efectuar esta prueba se debe utilizar agua mineral libre de impurezas a temperatura ambiente.
  - 2.2.2. Para la realización de esta prueba, se debe contar con una fuente de energía, un motor eléctrico calibrado, dinamómetro, termómetros, medidores de gasto, presión, potencia y velocidad; y además deben usarse accesorios adecuados para regular la presión cuando se verifique la carga neta positiva de succión (CNPSH), la instalación de

prueba debe reunir las condiciones señaladas en la norma NMX-0-140.

- 2.2.3. Para la determinación de las curvas características se deben hacer lecturas para cuatro puntos como mínimo, variando el gasto desde 0 (cero) a un valor máximo. Uno de los puntos debe ser el de operación de la bomba. Con los resultados se deben trazar las curvas que relacionen la carga, la potencia y la eficiencia con el gasto, a una velocidad constante de la bomba.
  - 2.2.4. El fabricante debe preparar los resultados de estas pruebas, incluyendo las curvas de operación certificadas por él o por un tercero cuando el Gobierno del Distrito Federal así lo especifique.
  - 2.2.5. Cuando se especifique la prueba de funcionamiento debe efectuarse en condiciones de carga neta y velocidad del punto de garantía y a las condiciones especificadas por el Gobierno del Distrito Federal. Si no es posible, el fabricante debe establecer las condiciones bajo las cuales propone realizar las pruebas para que éste las sancione.
  - 2.2.6. El fabricante debe proporcionar por escrito las tolerancias de operación de la bomba a las condiciones nominales (velocidad y capacidad).
  - 2.2.7. Cuando se especifique, el fabricante debe incluir los resultados de las amplitudes de vibración durante la prueba de funcionamiento de la bomba a diferentes velocidades para, que el Gobierno del Distrito Federal dé su aprobación.
- 3.1. En la prueba de carga neta de succión positiva (CNPSH) no se acepta ninguna tolerancia.
- El Gobierno del Distrito Federal se reserva el derecho de solicitar y atestiguar cualquier prueba.
- 4.1. Las pruebas de inspección mecánica, se deben realizar después de que el fabricante efectúe las pruebas de funcionamiento.
- 4.1.2. Si por razones de mal funcionamiento en la prueba de giro o atascamiento es necesario desarmar la unidad, se debe efectuar otra prueba después de corregido el defecto y reensamblado de la unidad, sin cargo adicional al Gobierno del Distrito Federal.

#### C.08. Banda transportadora.

- a. Atendiendo a lo indicado en el Libro 8, Tomo IV capítulo 004 y las cláusulas C.01 hasta la C.06, además de lo que aquí se especifica, la calidad de la banda transportadora también está determinada por los anchos mínimos y sus tolerancias, como se indica en la siguiente Tabla 3.

Tolerancias en largos

Para banda sinfín  $\pm 0,5 \%$

Para banda abierta  $+ 2\%$ ,  $- 0,5 \%$

T A B L A. 3 Dimensiones en milímetros

Ancho de banda Dimensiones en mm.	Tolerancias
Hasta 305 inclusive	$\pm 5,00$ mm.
De 305 hasta 610	$\pm 6,40$ mm.
De 610 hasta 914	$\pm 9,50$ mm.
De 914 hasta 1067	$\pm 11,10$ mm.
Más de 1067	$\pm 1 \%$

- b. El espesor de la banda transportadora está determinada de acuerdo a la Tabla. 4.
- c. El representante del Gobierno del Distrito Federal debe verificar que la banda transportadora cumpla con el mínimo de requisitos enunciados en la Tabla 5.
- d. Para facilitar la selección del espesor y grado de cubierta inferior de las bandas transportadoras de servicio general, y asimismo obtener el servicio y rendimiento de la misma, se presenta la Tabla 6.
- e. Guía general para el espesor y grado de cubierta en bandas elevadoras para servicio general, mostrado en la Tabla 7.
- f. Las bandas transportadoras se deben marcar sobre la cubierta superior (la de cangilones marcar por el lado del cangilón) con la siguiente leyenda:
1. Marca del fabricante.
  2. Tipo de servicio.
  3. Debe especificarse su largo, ancho y espesor.
  4. Lote de fabricación.
  5. La leyenda “Hecho en México” o país de procedencia.

TABLA 4. Espesores y grado de cubierta superior en bandas transportadoras para servicio general, recomendaciones para manejo de materiales a temperatura ambiente de carga, para un desgaste normal de cubierta.

Factor de frecuencia.	Grado de cubierta.	Moderadamente abrasivo tales como astillas de madera				Abrasivos tales como carbón mineral, piedra caliza.				Muy abrasivos tales como escoria de cobre, roca triturada.				Extremadamente abrasivo, cuarzo, minerales de hierro.			
		Tamaño real del material.															
		Polvo a 6,4	13 a 38,0	51 a 127,0	Mayor de 153,0	Polvo a 6,4	13 a 38,0	51 a 127,0	Mayor de 153,0	Polvo a 6,4	13 a 38,0	51 a 127,0	Mayor de 153,0	Polvo a 6,4	13 a 38,0	51 a 127,0	Mayor de 152,0
Hasta 0,4	2	2,4	2,4	4,7	6,4	2,4	4,7	8,0	8,0	3,2	4,7	8,0	9,5	6,4	8,7	9,5	9,5
		6,4	6,4	6,4	8,0	7,2	8,7	9,5	11,1	9,5	10,3	10,3	14,2	11,1	14,2	14,2	15,9
	1	1,6	2,4	3,2	4,7	2,4	3,2	4,0	5,6	3,2	3,2	5,6	8,0	4,7	6,4	8,0	9,5
		4,7	4,7	4,7	6,4	5,6	6,4	6,4	9,5	8,0	9,5	9,5	12,7	9,5	12,7	12,7	14,2
0,41 a 1,0	2	1,6	2,4	3,2	4,7	2,4	3,2	4,0	5,6	3,2	3,2	5,6	8,0	4,7	6,4	8,0	9,5
		4,7	4,7	4,7	6,4	5,6	6,4	6,4	9,5	8,0	9,5	9,5	12,7	9,5	12,7	12,7	14,2
	1	1,6	2,4	3,2	4,7	2,4	3,2	4,0	5,6	3,2	3,2	5,6	8,0	3,2	4,0	8,0	9,5
		3,2	4,0	4,0	5,6	4,0	4,7	4,7	8,0	6,4	7,1	7,1	10,3	8,0	9,5	9,5	12,7
Mayor de 1,0	2	1,6	2,4	3,2	4,0	2,4	3,2	4,0	4,7	3,2	3,2	4,0	6,4	3,2	4,7	4,7	6,5
		4,0	4,0	4,0	5,6	4,0	5,6	5,6	8,0	5,6	7,1	7,1	9,5	8,0	9,5	9,5	12,7
	1	1,6	2,4	3,2	4,0	2,4	3,2	4,0	4,7	3,2	3,2	4,0	4,7	3,2	3,2	4,7	6,4
		3,2	3,2	4,0	4,7	3,2	4,0	4,7	6,4	4,7	5,6	5,6	8,0	6,4	7,1	7,1	9,5

TABLA 5 Características de bandas transportadoras.

Tipo de servicio	Cubierta grado	Para transportar	Temperatura máxima K (°C)
Servicio general	1	Partículas de material mayores de 230 mm, minerales pesados y cortantes, tales como cobre, hierro, zinc, plomo, materiales filosos y cortantes en partículas de 230 mm, como roca de cuarzo, pedacería de vidrio y escoria.	
	2	Materiales cribados menores de 100 mm, muy abrasivos, tales como cemento a granel, sílice, arena para fundición, roca con partículas de 25 a 50 mm, astillas de madera.	
En presencia de aceite	1	Materiales oleaginosos o impregnados de aceite, grasa vegetal o animal.	
	2	Materiales contaminados con aceite mineral	
Materiales calientes	1	Materiales en terrones	449(176)
		Materiales no compactados	394(121)
		Materiales compactados	408(135)
	2	Materiales en terrones	
		Materiales no compactados	
		Materiales compactados	
	3	Materiales en terrones	394(121)
		Materiales no compactados	380(107)
		Materiales compactados	

TABLA 6. Banda transportadora de uso general, espesor de cubierta inferior.

Grado de cubierta	Moderadamente abrasivos	Abrasivos	Muy abrasivos	Extremadamente abrasivos
2	1,6	1,6 – 2,4	2,4 – 3,2	3,2 – 6,4
1	1,6	1,6 – 2,4	1,6 – 3,2	2,4 – 6,4

TABLA 7. Espesores y grado de cubierta para bandas elevadoras.  
Dimensiones en milímetros.

Grado de cubierta.	Cubierta.	Moderadamente abrasivos tales como cemento harina, astillas de madera y granos	Abrasivos, tales como carbón mineral, piedra, caliza, arena de sílice.	Muy abrasivos tales como: roca triturada, escoria de cobre, sal.	Extremadamente abrasivos, tales como: vidrio cuarzo, minerales de hierro, etc.
1 y 2	Lado cangilón	0,8 – 1,6	1,6 – 2,4	2,4 – 3,2	3,2 – 4,8
1 y 2	Lado polea	0,8 – 1,6	1,6 – 3,2	2,4 – 4,0	4,8 – 6,4

- g. Para la verificación de las especificaciones de construcción de las bandas transportadoras que establecen las normas NMX-T-36 y NMX-T-40 (relacionadas en la cláusula B), deben realizarse las inspecciones necesarias antes, durante y después de su fabricación, para comprobar que las partes que integran al equipo, reúnen los requisitos especificados, vigilar y corregir en su caso algunos desvíos, variaciones o modificaciones al diseño aprobado por el Gobierno del Distrito Federal. Entre otras pruebas que determine realizar a las bandas transportadoras, se efectuarán las siguientes.

1. Mediciones de anchos, largos y tolerancias.
2. Mediciones de espesores y tolerancias.

- C.09. El equipo clorador, en sus dos modalidades: dosificador de cloro líquido o dosificador de gas cloro debe reunir los requisitos de calidad indicados a continuación.

- a. El clorador debe estar montado de preferencia en el contenedor, con la capacidad requerida; el rotómetro, válvula de autocambio, eyector y tubería de conducción, se debe fijar en los muros y en la paleta del soporte al piso, o como lo indique el Gobierno del Distrito Federal.
- b. La alimentación del gas, debe hacerse por medio de tubería flexible resistente al gas, de diámetro especificado en el proyecto o por el Gobierno del Distrito Federal.
- c. El suministro de gas cloro, debe hacerse por medio de tanques de la capacidad requerida y éstos deben estar soportados con apoyo de madera de primera clase.
- d. Toda la ejecución del trabajo de soldadura que sea necesaria, debe llevarse a cabo por soldadores calificados y de ser posible empleando máquinas automáticas.
- e. El dosificador de cloro para utilizarse en una planta de tratamiento de agua residual, debe satisfacer lo siguiente:
  - 1. El dosificador puede ser del tipo gas cloro o cloro líquido.
  - 2. Pueden ser una o más unidades, dependiendo del volumen de agua a tratar y tipo de proyecto.
  - 3. La capacidad estará dada en kilogramos por hora.
  - 4. El control puede ser manual o automático.
  - 5. La marca y el modelo del equipo, será la que garantice satisfactoriamente su función.
  - 6. El cilindro contenedor del cloro variará su capacidad en función del proyecto o lo especificado por el Gobierno del Distrito Federal.
- f. El medidor de flujo puede ser:
  - 1. Del tipo rotómetro.
  - 2. Su longitud (en milímetros), exactitud (en %) y el número de piezas serán determinadas de acuerdo al proyecto.
- g. El eyector será del tipo y diámetro de tubería de conexión según especificaciones del proveedor o lo que indique el Gobierno del Distrito Federal.
- h. La válvula de autocambio de preferencia debe ser automática del tipo vacío.



- i. El difusor debe ser de PVC hidráulico, de longitud y diámetro especificado por el proyecto o por el representante del Gobierno del Distrito Federal.

Las hileras de orificios pueden ser una o más, el número de orificios por hilera, el diámetro de los orificios y la separación entre ellos debe ser como se especifique en el proyecto.

- j. El tanque contenedor de cloro debe ser aquel que cumpla con la norma de diseño ASME, sección VIII AMIME indicada en la cláusula B de Referencias; el material de las cabezas y cuerpo y debe ser de acuerdo a lo especificado en el proyecto.

El diámetro exterior y la longitud del tanque, deben ser de acuerdo a lo indicado en el proyecto; los cabezales pueden ser elípticos, esféricos, o como indique el proyecto. El factor de corrosión no debe ser mayor del 20% y el radiografiado del tanque debe ser del 100%.

- k. El material de soporte debe ser de madera, roble o encino de primera clase y el número de unidades centrales y terminales las que indique el proyecto.
- l. La grúa monocarril debe ser de operación manual, el número o unidades y su capacidad en toneladas, debe ser de acuerdo con lo especificado en el proyecto.
- m. La barra elevadora debe ser de acero, su número o unidades y su capacidad en toneladas, será de acuerdo con lo especificado en el proyecto.
- n. Las bombas de ayuda serán del tipo horizontal, centrífuga, reciprocante, la capacidad, presión y succión descarga debe ser de acuerdo al proyecto, el motor debe ser eléctrico, a prueba de explosión, trifásico 60 Hz, 4 polos, de la potencia requerida o indicada en el proyecto.
- o. En general, los cloradores no deben presentar escape alguno de cloro, sometido a la prueba antes de su instalación de:
  - 1. Hermeticidad durante 3 horas a la presión máxima indicada por el fabricante del equipo.
  - 2. En la inyección de aire al equipo, no deben observarse fugas del mismo, ni humedad en juntas o secciones bridadas.
- p. Los laboratorios así como los equipos para medir la dosificación de cloro (báscula y los registradores de pérdida de peso), deben estar verificados,

certificados y acreditados por la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA).

- q. Todo el equipo que sea suministrado bajo estas especificaciones debe tener las siguientes garantías:
  - 1. El proveedor garantizará por escrito el diseño, fabricación, equipo, dispositivos y materiales, que cumplen con lo especificado en este capítulo indicando en su caso, cualquier desviación respecto a lo establecido.
  - 2. El equipo debe estar garantizado contra cualquier tipo de falla durante la operación normal, contra defectos en la mano de obra y/o diseño adecuado por un período mínimo de 12 meses después de puesto en operación o 18 meses después de la fecha de embarque, o lo que ocurra primero.
  - 3. El proveedor debe además entregar un listado donde indicará el número de especificaciones ASTM, o ANSI, si existen en los equipos proporcionados.
- r. Las pruebas de la bomba como equipo principal de los cloradores, se deben realizar de acuerdo al inciso 5.01.01.002.C.07.s, pruebas de bombas; así mismo, se debe hacer una inspección cuidadosa de la instalación anterior a la prueba revisando:
  - 1. Conexiones entre tanque y dosificadores, dosificador y válvulas de autocambio, rotámetro y difusor.
  - 2. Los accesorios adicionales, como son grúa, monorriel, barra elevadora, soportes y tanques de almacenamiento del gas cloro.
  - 3. La prueba se debe efectuar en un sistema simulado por la toxicidad del gas que maneja y en presencia del inspector que el Gobierno del Distrito Federal asigne para la verificación de la misma y debe consistir en:
    - 3.1. Verificación de conexiones mecánicas, que en éstas no exista fuga, probándose a una presión constante de 3,43 MPa (35 kg/cm<sup>2</sup>), durante 3 horas.
    - 3.2. Todas las conexiones eléctricas deben estar aisladas y los motores herméticos y a prueba de explosión.
    - 3.3. El conector de gas cloro se debe probar a una presión de 343MPa (3 500 kg/cm<sup>2</sup>).

- 3.4. Se debe verificar la sujeción del clorador sobre el contenedor, el rotámetro, válvulas de autocambio, eyector; la tubería de conducción debe estar fija en los muros y en las paletas de soporte al piso.
  - 3.5. Se debe verificar que la alimentación del gas cloro se efectúe mediante una tubería flexible, que debe resistir la presión de descarga en un diámetro de 9,5 mm (3/8").
  - 3.6. Se debe verificar que una vez abierta la válvula de retorno del eyector, ésta permita que el vacío se mueva a través del colector hacia el sistema regulador montado sobre la válvula de gas del contenedor, activando la válvula de entrada, dentro del recipiente. El gas debe pasar a través del rotámetro y conducirlo hacia la válvula de retención del eyector donde debe efectuarse el mezclado.
  4. Después de efectuadas las pruebas de funcionamiento, hidrostática y de hermeticidad del equipo, se deben efectuar las pruebas de inspección mecánicas.
    - 4.1. Si por razones de seguridad o mal manejo es necesario desensamblar la unidad, se deben efectuar otra(s), prueba(s) después de corregir el defecto y reensamblada la unidad sin cargo adicional para el Gobierno del Distrito Federal.
  5. La presión de prueba del tanque contenedor de cloro debe ser 1,6 veces mayor que la presión de diseño. Las pruebas del material del tanque deben ser de tensión y doblez.
- C.10. Requisitos de calidad de los mezcladores. Dependiendo de su diseño y material que los formen deben cumplir con las normas mexicanas y extranjeras sin correspondencia con las mexicanas, referentes a material, componentes y procedimientos de ensamble:
- a. Los mezcladores gravitacionales.- De mezcla y movimiento lento deben ser de concreto hidráulico, con una resistencia mínima a la compresión a los 28 días, de 25 MPa, (250 kgf/cm<sup>2</sup>) y/o madera desflemada y tratada, además en el canal de mamparas los gradientes de corte o turbulencia no deben presentar resistencia por fricción.
  - b. Mezcladores de salto hidráulico (de vertedor inclinado o seguido de un canal con o sin umbral), la relación de profundidad  $d_2/d_1$ , debe ser mayor de 2,375; siendo el número "F" (FROUD) mayor de 2,0. El salto debe

presentarse en forma de una serie de ondulaciones sin pérdida de potencia ni carga, cuando:

$$1,0 < F < 2,0$$

- c. Mezcladores neumáticos.- La inyección de aire efectuada a través de redes de tuberías de acero inoxidable sin costura, debe tener una pérdida máxima del 25% del volumen de aguas residuales, donde la presión requerida para el aire debe ser:

$$P = 125 \times (3,048 \text{ a } 4,55) \text{ m} = 0,367 \text{ a } 0,55 \text{ atmósferas.}$$

1. Las especificaciones de la tubería, uniones soldadas, conexiones bridadas y juntas a tope, así como sus diámetros y espesores, cambios de sección; deben apegarse a especificaciones propias de diseño y/o indicaciones del Gobierno del Distrito Federal, así como a las normas mexicanas y oficiales mexicanas, indicadas en la cláusula B de Referencias.
- d. Mezcladores mecánicos.- El mezclador lento mecánico, originado por:
1. Mecanismo de paletas.- Consistente de hojas o placas metálicas, cubiertas de zinc y soldadas a coples sujetos a la flecha (vertical u horizontal), las hojas móviles (rotores) deben contener las paletas móviles o direccionales (estatores), para obtener resistencia al movimiento rotativo de la masa global de agua, no permitiendo la formación de vórtices y las que de acuerdo al diseño su motor reductor debe tener velocidad de 2 a 15 revoluciones por minuto.
  2. Mecanismo de turbina de hojas metálicas planas o curvas conectadas mediante un brazo radial a una flecha vertical u horizontal, la que deberá tener una velocidad de 10 a 150 revoluciones por minuto generando corrientes similares a los mecanismos de paletas.
  3. Mecanismos de hélice o propela.- Placas metálicas alabeadas, fundidas en acero o bronce, o fabricadas a base de placa de acuerdo a diseño, montada sobre flechas verticales o inclinadas para producir corrientes fuertes, donde la velocidad del motor debe generar de 150 a 1500 revoluciones por minuto, pudiendo colocarse fuera del centro de la unidad de tratamiento.
- e. Los estatores se deben considerar como aditamentos útiles para todos los tipos de impulsores utilizados para mezcla y sedimentación.
- f. El equipo mezclador además de lo ya descrito, debe cumplir con las inspecciones y pruebas indicadas por el Gobierno del Distrito Federal y:

1. Los canales y/o canaletas contruirdos de concreto y/o madera deberán estar recubiertos de pintura especial y con las placas de acero recubiertas de zinc, con un espesor de 3 a 7 mm, colocadas transversalmente al flujo, de acuerdo al proyecto.
  2. La tubería y placas perforadas deben cumplir con las normas respectivas en material y calidad, así como con las dimensiones y arreglos del proyecto.
  3. El equipo mecánico debe incluir los reportes y especificaciones de las pruebas a que fue sometido ya sea en conjunto o por separado y cumplir con las normas mexicanas establecidas referente a materia y calidad en su ensamble y/o componentes.
- g. Muestreo y pruebas de mezcladores.- Además de lo descrito en los subincisos C.06 de este capítulo, los mezcladores deben someterse a las siguientes pruebas:
1. En los mezcladores de canal de mamparas, se debe verificar que el gradiente de velocidad esté en el orden de 15,2 a 45,5 cm/seg, con una pérdida de carga entre 15,2 a 61 cm, en un tiempo de retención de 10 a 60 minutos y demás:
    - 1.1. El material, concreto o madera debe ajustarse a las especificaciones de las normas mexicanas establecidas en las especificaciones del proyecto y de no contar con ellas, con las normas mexicanas correspondientes, indicadas en la cláusula B de Referencias de este capítulo.

Elementos de madera, clasificación visual para maderas latifoliadas de uso estructural.

NMX-C-409-ONNCCE

Concreto hidráulico para uso estructural

NMX-C-403-ONNCCE

2. El mezclador de salto  $d_2/d_1$ , debe ser mayor que 2,375; siendo "F" (número de Froude) mayor que 2; el mezclador debe cumplir la relación sin pérdida de carga ni disipación de potencia si  $1 < F < 2$
3. Mezcladores neumáticos.- Se debe verificar la hermeticidad de la tubería y la presión de salida del fluido especificada en diseño para los efectos del mezclado y ajustarse a las normas específicas del producto.

Tubos de acero NMX-B-171

Bridas, conexiones, válvulas  
y partes forjadas de acero  
al carbono. NMX-B-214

4. Mezcladores mecánicos.- Los mecanismos y las partes que lo integran, así como el puente soporte y los recubrimientos, deben ajustarse a las normas de calidad de cada componente, especificadas en el proyecto y la prueba a que se refiere esta cláusula sólo debe concretarse a visualizar y certificar los protocolos de la calidad del mecanismo y su recubrimiento y que estos hayan cumplido con las especificaciones en longitud, tipo de material, color de la pintura de acabado y con las normas siguientes.

Acero estructural NMX-B-254

Motores de inducción NMX-J-075/1,2 y 3

Requisitos generales para  
Piezas coladas de acero al  
carbono y/o aleado. NMX-8-081

Barras de acero inoxidable NMX-B-083

Plancha de acero al carbono NMX-B-247

Tornillos de acero NMX-H-038

Procedimientos para soldar acero NMX-H-172

Productos de hierro y acero galvanizado NMX-J-151

C.11. Los requisitos de calidad de los difusores son:

- a. Los difusores del tipo poroso, deben tener características de alta resistencia mecánica y al ataque de agentes corrosivos. El montaje del disco sobre los tubos alimentadores, debe ser tal que garantice como única salida de aire, el disco poroso.
- b. Los difusores deben colocarse montados sobre tubos de acero al carbón cédula 40 de 6,34 mm de espesor (o el diámetro especificado en el proyecto), que formarán una red de circuitos cerrados, alimentados por un ramal de la línea principal de aire, procedente del equipo de suministro de aire (sopladores).

- c. Toda la ejecución del trabajo de soldadura debe llevarse a cabo por soldadores clasificados o de ser posible empleando máquinas automáticas, y comprobar la calidad de las soldaduras de acuerdo a los métodos señalados en las normas de la cláusula B de Referencias de este capítulo.
- d. Todos los recipientes del equipo a suministrar deben estar completamente secos, y limpios en su exterior, libre de basura y desperdicios.
- e. Todos los accesorios interiores no instalados por el proveedor, deben ser empacados de tal manera que todas las partes sean protegidas contra daños y pérdidas durante el transporte, embarcados para que lleguen a su destino junto con el equipo mayor.
- f. Se debe proporcionar el empaque y enhuacalado necesario para minimizar las posibilidades de daño durante el transporte.
- g. Para su aceptación, los difusores deben cumplir con las especificaciones descritas, además con:
  - 1. Los difusores de tubería de plástico debe tener la calidad indicada en proyecto, el espesor y las perforaciones de 0,6 a 1,3 cm de diámetro con separaciones a cada 15 cm para la distribución uniforme del fluido.
  - 2. Los fabricados de algún otro material especial según indicaciones de proyecto y supervisión directa del Gobierno del Distrito Federal, debe cumplir con las especificaciones propias del diseño. Además se aceptarán si pasan la inspección visual indicada.
  - 3. La permeabilidad de los difusores se establece de acuerdo con la velocidad frontal (metros por minuto) del aire a 294 K (21,1°C), de 10 a 25 % de humedad relativa que debería fluir a través de los poros del difusor con una pérdida de 5 cm de columna de agua.

Por lo tanto si se sumergen 930 cm<sup>2</sup> de difusor debe proporcionar 12,5 a 85,0 litros por minuto de aire con una pérdida de presión de 5,08 a 13,0 cm de columna de agua.

- 4. Cada tramo de tubo para difusores, que se reciba de la planta del fabricante, puede ser inspeccionado por el Gobierno del Distrito Federal y si no cumple con los requisitos de esta norma, basados en inspección y en los métodos de prueba especificados, debe rechazarse, en cuyo caso el fabricante, proveedor o contratista, debe ser notificado. El destino de los tubos rechazados debe ser motivo de acuerdo entre el fabricante y el Gobierno del Distrito Federal.

5. Los tubos que durante su instalación se encuentren inadecuados para el uso a que se destinen, conforme al objeto y campo de aplicación de esta norma, pueden separarse y notificarse al fabricante. Tales tubos deben someterse a una investigación mutua para determinar la naturaleza y severidad de sus defectos, así como su formato y/o instalación. El destino de los tubos puede ser motivo de acuerdo entre fabricante, proveedor o contratista y Gobierno del Distrito Federal.
- h. Las pruebas de los difusores de aire se llevarán a cabo en el laboratorio especificado por el Gobierno del Distrito Federal, con registro en la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA).

Las pruebas a las que se deben someter los difusores de aire serán las siguientes.

1. Cuando el material sea de acero, las probetas longitudinales para la prueba de tensión deben tomarse del extremo del tubo, o para tubos con soldadura continua, pueden tomarse de la tira usada en su fabricación, en un punto aproximadamente a 90° de la soldadura, y no deben aplanarse entre las marcas de calibración. Los lados de cada probeta deben estar paralelos entre las marcas de calibración. La prueba de tensión puede realizarse, si así se desea, en la sección completa. Cuando esto último no sea práctico, debe usarse una probeta del espesor completo del tubo y una longitud calibrada de 50 mm. (Ver la Norma Mexicana MX-B-172).
2. Las probetas para la prueba de tensión transversal, para tubos soldados por resistencia eléctrica, deben tomarse con la soldadura al centro de la probeta. Todas las probetas transversales deben ser de 38 mm en su longitud calibrada y representar el espesor de pared total del tubo del cual fueron cortadas.
3. Las probetas para la prueba de doblado y aplastamiento deben ser secciones cortadas del tubo. las probetas para la prueba de aplastamiento, deben estar lisas en sus extremos, libres de rebabas, excepto cuando se tomen de extremos cortados para ajustes de longitud de tubos soldados.

Todas las probetas deben ser probadas a la temperatura ambiente.

4. Las probetas para la determinación de la masa del recubrimiento de zinc deben ser de 100 mm de longitud.
5. Si cualquier sección de tubo no cumple con los requisitos aquí especificados para tubos producidos en longitudes sencillas, puede cortarse otra sección del mismo extremo del mismo tubo hasta



obtener resultados satisfactorios, sin que se disminuya la longitud del tubo en más del 20% de su longitud original; de otra manera, el tubo debe rechazarse. Para tubos producidos en longitudes múltiples, la repetición de pruebas debe hacerse en secciones cortadas de los extremos de cada tramo individual que forma el múltiple. Tales pruebas deben hacerse alternativamente con la soldadura a 0° y 90° de la línea de aplicación de la fuerza.

6. Masa del recubrimiento.

Si la masa del recubrimiento de cualquier lote no cumple con los requisitos especificados, deben repetirse las pruebas en dos tubos adicionales tomados del mismo lote, debiendo en ambas pruebas cumplirse con los requisitos especificados.

7. Métodos de prueba.

7.1. Composición química.

Los métodos de análisis para determinar la composición química, deben ser los especificados en la NMX-B-01-SECOFI.

7.2. Tensión.

Los métodos de prueba para determinar las propiedades a la tensión deben ser los especificados en la NMX-B-172-SECOFI.

7.3. Masa del recubrimiento de zinc.

El método para determinar la masa del recubrimiento de zinc debe ser el indicado en la NMX-N-14-SECOFI.

7.4. Antes de aplicar cualquier prueba deben conocerse las características de los tubos que constituyen a los difusores de aire, especificando la clase de tubo, si es de soldadura continua A, soldada por resistencia eléctrica A y B, sin costura A y B; XE para extrafuerte, XXE para doble extrafuerte.

8. Al establecer el pedido de los difusores de aire, se definirán las garantías requeridas por el Gobierno del Distrito Federal, relativas al comportamiento, operación, tiempo de entrega, etc., debiéndose cumplir con lo siguiente:

8.1. El fabricante o contratista garantizará por escrito el diseño de la unidad para su operación en condiciones normales o cualquier otra condición previamente indicada en la hoja de datos.

- 8.2. El fabricante o contratista garantizará toda la unidad contra defectos de materiales y mano de obra, por un periodo mínimo de un año después de ser puesto en operación.
- 8.3. En caso de falla de la unidad dentro del periodo de garantía, el fabricante o contratista cambiará o corregirá el defecto sin cargo alguno para el Gobierno del Distrito Federal.

C.12. Requisitos de calidad de los equipos recolectores de lodos. Dependiendo del estado de los lodos, éstos son recolectados (parcialmente deshidratados) en conductores de banda, los granulares, recolectados neumáticamente o en transportadores mecánicos helicoidales.

- a. Los lodos recolectados en conductos de flujo libre y a presión mediante una bomba o por gravedad, la bomba debe ser de émbolo, de desplazamiento positivo, el empaque debe tener el ajuste suficiente para evitar fugas e impedir la entrada de aire al cilindro, la lubricación debe ser constante y suficiente para evitar las fugas, las válvulas esféricas deben operar libremente evitando el atascamiento, las juntas del excéntrico deben tener el ajuste y tolerancia especificado en los manuales, permitiendo el aseguramiento con las chavetas.
  1. Los materiales de la bomba, válvulas, empaques y demás accesorios de los equipos para la recolección de los lodos, debe apegarse a las especificaciones propias del diseño y/o indicaciones del Gobierno del Distrito Federal; además, deben cumplir con las normas mexicanas u oficiales mexicanas para sus materiales.
- b. Los equipos utilizados formados por dos brazos en los cuales se encontrarán instaladas las rastras y sellos de neopreno, las rastras deben tener contacto con el fondo del tanque que debe tener una pendiente de 25% y dirigir el lodo espesado al punto de recolección, el equipo debe girar alrededor de una columna central impulsado por un motor eléctrico con reductor de velocidad. El motor y cabezal de transmisión deben estar montados sobre un puente, donde se soporta la jaula que moverá los brazos.

El equipo debe contar con un pozo de alimentación, vertedor dentado y barrera de natas, para el control de gasto y material flotante, así como brazo desnatador y caja de natas y además:

1. El motorreductor tipo totalmente cerrado con ventilación (TCCV), debe incluir en la placa de datos, velocidad de entrada y de salida, potencia, tensión, corriente, fases y frecuencia entre otras; además, dependiendo del diseño, la velocidad de salida será la que produzca 0,273 revoluciones por minuto del motorreductor.

2. Motor eléctrico de inducción, tipo jaula de ardilla, cerrado para intemperie, de 1750 r.p.m. y 0,75 HP.
  3. Flecha central con diámetro de acuerdo al proyecto, de acero al carbón grado A-36.
  4. Las paletas de las rastras deben ser del material indicado en proyecto y de fácil remoción.
  5. Los brazos de las rastras no deben permitir ninguna flexión durante su operación y girar libremente sobre las chumaceras montadas en el cabezal.
  6. Los brazos rotatorios deben ser del tipo armadura de 0,250 mm de espesor y con sello de las rastras de neopreno con un espesor de 12,7 mm y acabado anticorrosivo.
  7. Se debe contar con un puente a todo lo ancho del tanque; con un barandal y piso indicado en C.12.b.8, C.12.b.9 y C.12.b.10 de este capítulo, para permitir el acceso al equipo montado sobre el de acero estructural, limpio a metal blanco y recubrimiento con inorgánico de zinc post curado o similar.
  8. Los pasillos y escalinatas instalados en los tanques, deben construirse de acero estructural de forma rectangular con placa antiderrapante y con ancho mínimo de 90 cm.
  9. Los barandales de acero tubular de diámetro apropiado y postes rigidizadores a cada dos metros y un metro de altura.
  10. La escalinata debe ser de acero estructural y rejilla tipo irving de un metro de ancho con dimensiones de huellas de 0,30 x 1,00 m y peralte de 0,18 m máximo.
  11. Todas las juntas utilizadas deben ser tipo Dresser y los diámetros de la tubería en la salida de 101,6 mm.
- c. El equipo instalado para recolectar los lodos espesos debe ser del diámetro y altura según proyecto, instalado en un tanque de concreto, cuyas dimensiones se deben especificar en el proyecto respectivo.
- d. Los equipos recolectores de lodos, deben cumplir con las normas descritas y especificadas para cada mecanismo, componente y ensamble que lo integra y se aceptarán si la inspección visual ordenada por el Gobierno del Distrito Federal, es aceptada por la supervisión, en cuanto al funcionamiento longitud, peso, cantidades de equipo, pintura y espesor de la misma, así como los recubrimientos especificados en el diseño del

sistema o recomendaciones del Gobierno del Distrito Federal y/o fabricante.

- e. Muestreo y pruebas de los equipos recolectores de lodos.- Las pruebas a que serán sometidos los equipos deben ser de acuerdo a lo establecido en el subinciso C.06 de este, capítulo y además:
  - 1. Con la información y especificaciones descritas, el muestreo al ensamble se debe desarrollar por etapas, verificando:
    - 1.1. Estructura de acero.- Esta debe tener la calidad y especificaciones de las normas citadas en la cláusula B de Referencias, su recubrimiento y pintura final, se debe ajustar a la norma de calidad de los materiales del Libro 4, tomo II, capítulos 028, y 029, respectivamente.
    - 1.2. Las flechas de acero inoxidable, chumaceras de apoyos, catarinas y coples se deben verificar con base a la especificación del proyecto y potencia del motor reductor.
  - 2. Motor y reductor. Las pruebas a que se someterán serán la verificación de sus rangos de potencia de motor y rangos de revoluciones por minuto, de salida del reductor.
  - 3. Brazos rotatorios y materias de las rastras. La placa de acero debe reunir las características específicas de las normas descritas en la cláusula B, de Referencias.
  - 4. El sello de las rastras de neopreno grado B, especificado en norma mexicana y de espesor máximo de 13 mm (1/2")
  - 5. Los tanques circulares o rectangulares de acuerdo a proyecto tipo de tratamiento, pueden fabricarse con placa de acero de 6,4 mm (1/4") grado A-36, recubierto con RP 4 y pintura de recubrimiento de acuerdo a especificaciones del Gobierno del Distrito Federal.
  - 6. El mecanismo ensamblado al accionar el motor, no debe presentar vibración por desajuste en chumaceras ni alineación de flecha o acoplamiento y debe operar dentro de los rangos de las revoluciones por minuto y tiempos de barrido establecidos en el proyecto.

C.13. Requisitos de calidad del ventilador. Deben ser tal que se cumpla lo siguiente:

- a. El mamelón (centro del rotor), debe ser construido de fundición de aluminio con alta resistencia a la tenacidad; de fundición de hierro; de aluminio o de materiales estructurales capaces de resistir las condiciones de operación.

- b. El rotor debe ser manufacturado de los siguientes materiales: aceros rolados en frío, hierro fundido, acero inoxidable, aluminio de alta resistencia con punto de cedencia de 35,15 kg/mm<sup>2</sup>.
- c. Las aspas del ventilador deben ser manufacturadas de los siguientes materiales; fundición de aluminio con alta resistencia a la tenacidad; lámina de aluminio troquelada o lámina de acero que cumpla con las normas siguientes: NMX-B-248, y NMX-B-348, en vigor.
- d. La carcasa debe ser de lámina de acero que cumpla con la Norma NMX-B-348, en vigor.
- e. La flecha del ventilador debe ser de acero rolado en frío o de acero al carbón, capaz de resistir los esfuerzos mecánicos a que sean sometidos.
- f. Los tornillos y pernos deben ser los apropiados para cada tipo de parte del ventilador donde se empleen y deben trabajar según el diseño del mismo ventilador.
- g. Las cajas de las chumaceras deben ser de fundición de hierro con rodamientos del tipo más adecuado, y deben tener una vida útil mínima de 10 000 horas.
- h. Todos los ventiladores deben llevar como medida de seguridad un cubre-banda y un cubre-flecha, de dimensiones y material según diseño del ventilador.
- i. El ventilador, para su funcionamiento y como equipo de seguridad, debe tener una malla protectora en la boca de la succión.
- j. Los ventiladores contemplados en esta Norma, deben llevar cuando el caso lo requiera y para su mejor funcionamiento, un disco de enfriamiento.
- k. El motor para el ventilador debe tener la potencia necesaria para que el ventilador trabaje a la capacidad pedida por el usuario.
- l. Para evitar la vibración, el ventilador debe ser balanceado dinámicamente.
- m. El ventilador debe llevar un recubrimiento anticorrosivo que puede ser un tipo de pintura para tal fin.

- n. El ventilador, una vez terminado su proceso de fabricación, debe llevar un acabado libre de filos, rebabas, malas ensambladuras, y presentar un aspecto estético.
- o. El ventilador debe llevar en una placa colocada en un lugar visible y en forma clara e indeleble, los datos siguientes:
  - 1. Marca o razón social del fabricante.
  - 2. Capacidad en  $m^3/m^2$ .
  - 3. Presión estática en  $kgf/m^2$
  - 4. Presión de descarga en  $kgf/m^2$
  - 5. Eficiencia total en %.
  - 6. Potencia en la flecha en H.P.
  - 7. Número de serie.
  - 8. La Leyenda "Hecho en México" o país de procedencia.
- p. El empaque de los ventiladores debe hacerse en cajas de cartón o de madera, cuando esto sea requerido. El empaque debe llevar los datos indicados en el subinciso C.13.o:
- q. Todos los ventiladores motivo de la transacción comercial entre proveedor – fabricante y Gobierno del Distrito Federal, se deben someter a una inspección del 100% de las especificaciones y pruebas establecidas en esta Norma.

Cuando la unidad o unidades sometidas a la inspección y/o pruebas no cumplan con una de las especificaciones de esta Norma, la unidad o unidades deben ser rechazadas.
- r. El muestreo de ventiladores debe hacerse de común acuerdo entre fabricante o proveedor y representante del Gobierno del Distrito Federal, utilizando la norma NMX-Z-12, partes 1, 2 y 3, y lo establecido en el subinciso C.06.a.4 de este capítulo.
- s. Las pruebas se llevarán a cabo en el laboratorio especificado por ambas partes, con el reconocimiento de la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA).
- t. Las pruebas a las que debe someterse el ventilador serán las siguientes:
  - 1. Prueba para determinación de presiones: tiene como finalidad la determinación de las presiones estáticas y dinámicas totales.

2. Para llevar a cabo estas pruebas se requieren los siguientes aparatos y equipos:

- 2.1. Ductos rectos de sección circular.
- 2.2. Manómetros.
- 2.3. Termómetros.
- 2.4. Barómetros.
- 2.5. Tubos U.
- 2.6. Tubos pitot.

Las presiones nominadas deben ser las indicadas en la placa de ventilador.

u. Prueba para determinación de la capacidad de los ventiladores. Se requieren los siguientes aparatos y equipo:

- 1. Un ducto de gases para efectuar las mediciones o directamente en la boca de descarga del ventilador.
- 2. Un anemómetro. Las capacidades nominales calculadas deben ser las indicadas en la placa del ventilador.

C.14. Motores de combustión interna. Deben cumplir con las siguientes especificaciones:

a. Además de lo descrito en el libro 8, Tomo IV y las cláusulas de la C.01 a la C.06, el Gobierno del Distrito Federal debe indicar los siguientes requisitos (para el caso de los motores empleados por el Gobierno del Distrito Federal, sólo se señalarán en este inciso, motores estacionarios, que pueden ser considerados según):

1. Ciclo

- 1.1 Otto
- 1.2 Diesel

2. Combustible

- 2.1 Líquido.
- 2.2 Gas.

3. Modelo

4. Marca

5. Relación de compresión

- 5.1. De 6:1 para motores de encendido por chispa.
- 5.2. De 12:1 para motores de encendido por compresión.

6. Número de cilindros.

- 6.1 En línea.
- 6.2 En "V".

7. Potencia neta al freno.

- b. En la Tabla 8 que a continuación se muestra, se indican las características de los motores de combustión interna para su selección.
- c. El contador de revoluciones debe tener una exactitud de  $\pm 0,25\%$  de la lectura total, o bien  $\pm 10$  revoluciones por minuto.

El tacómetro debe tener una precisión de  $\pm 0,50\%$  del valor registrado si las lecturas son empleadas para cálculos posteriores.

- d. La presión de los instrumentos de tiempo para su medición debe ser de  $\pm 0,25\%$ .
- e. El medidor de combustible del motor empleado en las pruebas debe ser el especificado por el fabricante del motor, la precisión del equipo para medir el consumo debe ser  $\pm 1\%$ .
- f. El equipo para medir la temperatura debe estar en grados kelvin ( $^{\circ}\text{C}$ ), en rangos menores y en rangos mayores, debe ser de  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ .

Las medidas de presión necesarias, las requeridas para los instrumentos. Asimismo, los puntos de localización se enuncian a continuación:

- 1. Filtros de aire y restricciones ( $\pm 2,5$  mm columna de agua).
- 2. Múltiple de admisión o aspiración de aire ( $\pm 2,5$  mm).
- 3. Presión de combustible medida a la salida del último filtro para motores diesel y a la entrada del carburador para motores con encendido por bujía ( $\pm 5\%$ ).
- 4. La presión de aceite medida en la galería de lubricación  $0,049$  MPa ( $\pm 0,5$  kgf/cm<sup>2</sup>).



**TABLA 8 Características de motores diesel para: camiones, autobuses, tractores, marinos y usos industriales.**

Marca y modelo	Diseñado para +	No. Cil.	Diam. Int. Cilindros		Carrera del Embolo		Cilindrada		Razón de Compresión.	C.D. máx. y continuos al freno (bhp)++ a las rpm indicadas	Par de torsión máx lb-pie a N-m a las rpm indicadas
			Pulg.	cm.	Pulg.	cm.	Pulg. <sup>3</sup>	Cm <sup>3</sup>			
Allis-Chalmers 2800	Tr, 1	6	3.88	9.85	4.25	10.80	301	4932	16.25	68 a 2200	225 a 305 1 400
Caterpillar D348	T, 1	12	5.41	13.74	6.50	16.51	1786	29627	16.50	725 a 1800	2840 a 3850 1 500
Cummins V-785-C	1	8	5.50	13.97	4.13	10.49	785	12864	15.90	220 a 2300	560 a 759 1 600
Deere 3164 D	Tr, 1	3	4.02	10.21	4.33	11.00	164	2687	16.30 @	40 a 2200	122 a 165 1 500
Detroit diesel 8V-71T	T, Tr, 1	8	4.25	10.80	5.00	12.70	568	9308	17.00 @	325 a 2100 &	925 a 1308 1 600
Deutz FGL-714	T, B, Tr, 1	6	4.25	12.07	5.50	13.97	579	9488	17.80	117 a 2000	376 a 510 1 300
Ford 401-D	Tr	6	4.41	11.20	4.41	11.20	401	6571	16.50	108 a 2300 &	284 a 385 1 400
GMC DH478	T, B	6	5.13	13.03	3.86	9.80	478	7833	17.50	155 a 2800	337 a 457 2 000
Hercules D-3000	Tr, B	6	3.75	9.53	4.50	11.43	298	4883	17.50	85 a 2400	244 a 331 1 400
Internacional DT407	Tr, 1	6	4.33	10.98	4.88	12.40	407	6670	17.00 @	130 a 2400	395 a 533 1 800
Mack End G7SE	T	6	4.88	12.40	6.00	15.24	3722	11012	16.11	168 a 2100 &	540 a 723 1 400
Perkins G-354	Tr, 1	6	3.88	9.85	5.00	12.70	354	5801	16.00	88 a 2250	288 a 390 1 400
Marca y modelo	Diseñado para +	No. Cil.	Diam. Int. Cilindros		Carrera del Embolo		Cilindrada		Razón de Compresión.	C.D. máx. y continuos al freno (bhp)++ a las rpm indicadas	Par de torsión máx lb-pie a N-m a las rpm indicadas
			Pulg.	cm.	Pulg.	cm.	Pulg. <sup>3</sup>	Cm <sup>3</sup>			
Allis-Chalmers 2800	Tr, 1	6	3.88	9.85	4.25	10.80	301	4932	16.25	68 a 2200	225 a 305 1 400
Caterpillar D348	T, 1	12	5.41	13.74	6.50	16.51	1786	29627	16.50	725 a 1800	2840 a 3850 1 500
Cummins V-785-C	1	8	5.50	13.97	4.13	10.49	785	12864	15.90	220 a 2300	560 a 759 1 600
Deere 3164 D	Tr, 1	3	4.02	10.21	4.33	11.00	164	2687	16.30 @	40 a 2200	122 a 165 1 500
Detroit diesel 8V-71T	T, Tr, 1	8	4.25	10.80	5.00	12.70	568	9308	17.00 @	325 a 2100 &	925 a 1308 1 600
Deutz FGL-714	T, B, Tr, 1	6	4.25	12.07	5.50	13.97	579	9488	17.80	117 a 2000	376 a 510 1 300
Ford 401-D	Tr	6	4.41	11.20	4.41	11.20	401	6571	16.50	108 a 2300 &	284 a 385 1 400
GMC DH478	T, B	6	5.13	13.03	3.86	9.80	478	7833	17.50	155 a 2800	337 a 457 2 000
Hercules D-3000	Tr, B	6	3.75	9.53	4.50	11.43	298	4883	17.50	85 a 2400	244 a 331 1 400
Internacional DT407	Tr, 1	6	4.33	10.98	4.88	12.40	407	6670	17.00 @	130 a 2400	395 a 533 1 800
Mack End G7SE	T	6	4.88	12.40	6.00	15.24	3722	11012	16.11	168 a 2100 &	540 a 723 1 400
Perkins G-354	Tr, 1	6	3.88	9.85	5.00	12.70	354	5801	16.00	88 a 2250	288 a 390 1 400

+ B = Autobuses, T = Camiones, 1 = Industriales, Tr = Tractor  
 ++ = Caballos de potencia con accesorios  
 +++ = Con accesorios de Norma  
 ° = Caballos de potencia sin accesorio  
 @ = Turbocargados  
 & = Caballos de potencia máximos e intermitentes al freno bhp  
 bhp = Caballos de potencia máxima al freno

- g. En la recepción de los motores de combustión interna se debe considerar en orden de importancia previo al análisis detallado de los siguientes aspectos:
1. Embalaje:
    - 1.1 Todo equipo o sistema debe estar perfectamente protegido y contener en su interior toda la información detallada de su instalación, folletos y garantías.
    - 1.2. Que contenga las etiquetas y rótulos necesarios y que el número de fabricación corresponda y sea congruente con toda la documentación.
  2. El fabricante debe proporcionar los manuales de mantenimiento y servicio y especificaciones básicas del motor de combustión interna, en los que debe encontrarse:
    - 2.1. Marca.
    - 2.2. Tipo.
    - 2.3. Ciclo.
    - 2.4. Potencia.
    - 2.5. Rango de autonomía.
    - 2.6. Lubricantes.
    - 2.7. Enfriamiento.
- h. Muestreo y pruebas de motores de combustión interna. Cuando es requerido el muestreo para una inspección a nivel privado, éste se debe establecer de común acuerdo entre el fabricante y el Gobierno del Distrito Federal, recomendando el uso de la norma NMX-Z-012. Para efectos oficiales de muestreo, se estará sujeto a las disposiciones reglamentarias de la inspección que se efectúe y lo establecido en el subinciso C.06.a.4, de este capítulo.
1. Las pruebas de rendimiento deben realizarse en condiciones de utilización simulada; la unidad se desmonta parcialmente cuando el diseño lo permita para efectuar las pruebas especificadas de rendimiento, calidad y seguridad; además, las pruebas se deben apegar a las normas mexicanas u oficiales mexicanas si se tienen, o al no contar con ellas, emplear de una manera enunciativa, no limitativa, las siguientes: SAE-J-816; Engine Test Code-None Turbo Chargen Spark Ignition and Diesel.

2. El procedimiento determinado por el Gobierno del Distrito Federal en la compra de equipo debe incluir medidas para el mantenimiento, reemplazo y actualización de marcas de identificación y registros de componentes y equipos en proceso y ensamble.
3. El Gobierno del Distrito Federal debe verificar que todo el equipo de inspección y pruebas finales, se calibre y ajuste con referencia a patrones certificados que tengan una relación válida y directa con patrones nacionales o internacionales.
4. El proveedor debe establecer los procedimientos de protección necesarios para asegurar que se mantengan en buen estado hasta la entrega, la calidad de los equipos después de inspeccionados y aprobados por su laboratorio de control de calidad, si así lo especifica el contrato.
5. Dependiendo de su combustión, los motores de combustión interna deben probarse como un conjunto en el que se debe seguir un procedimiento de rutina para su puesta en marcha.
  1. La inspección de recepción de un motor implica las siguientes acciones y verificaciones:
    - 1.1. Verificación del embalaje.
    - 1.2. Verificación de los manuales de servicio y garantías.
    - 1.3. Verificación total de sus accesorios.
    - 1.4. Verificación de equipo y herramienta, si lo incluye.
- i. Revisión del sistema de encendido. Debe especificar claramente los puntos y conexiones de la fuente de poder (baterías) que al conectarse la corriente, fluya hasta el sistema de marcha y a través del cableado hasta el sistema de pre ignición.
  1. Verificar la tensión del sistema de transmisión de la potencia a través de bandas y que éstas tengan una tensión máxima permitida de 2,45 MPa (25 kgf/cm<sup>2</sup>) o en su defecto que la tensión permita flexionarlas 2,50 cm.
  2. El sistema de acoplamiento debe estar balanceado dinámica y estáticamente, sin que se escuchen ruidos en el momento de embragar ni presentar vibraciones en operación.
  3. Para la puesta en marcha del motor, se debe verificar el combustible, los niveles de aceite y el sistema de enfriamiento del motor.

4. Al poner en operación el motor de combustión interna, el Gobierno del Distrito Federal, a través del personal encargado de la verificación y/o recepción debe contar con el equipo necesario para medir potencia, velocidad angular, temperatura del agua y presión del aceite.
5. Se debe poner en marcha lenta para calentar el motor (300 a 400 r.p.m.) como mínimo 3 minutos y efectuar las pruebas de rutina.
6. Los motores después de su precalentamiento para obtener su máxima eficiencia, deben trabajar 40 horas continuas en rangos de 400 a 1500 revoluciones por minuto y efectuar todos los cambios a pasos de velocidad (si éste cuenta con caja de velocidades), o en su defecto, no debe presentar en la variación de los rangos de revoluciones, respuestas mayores de un minuto para que éste vuelva a tomar su ritmo. La temperatura del motor no debe exceder 333K (60°C) y la del agua del sistema de enfriamiento, 363K (90°C); la presión del aceite deberá estar en el rango de 0,29 a 0,69 MPa (3 a 7 kgf/cm<sup>2</sup>).
7. No se deben observar fugas de combustible, aceite o agua, ni escuchar golpes por preencendido o cabeceo en las culatas de las cabezas o cabeza, según el tipo del motor (en "V" o en línea), por calentamiento al apagarse.
8. Si el motor cumple estos requisitos, debe aceptarse ya que los componentes de sus órganos internos, externos y auxiliares cumplen con las normas de fabricación nacional o extranjeras que lo regulan.
9. Los motores adquiridos por el Gobierno del Distrito Federal, deben cumplir con todos los requisitos de calidad y disposiciones legales que sean aplicables, aún si éstos no fueron mencionados en el contrato.
10. Además, el proveedor debe establecer y mantener los procedimientos para la verificación, servicio y suministro de refacciones o componentes comprobados para su incorporación en el proceso y que pasan a formar parte del equipo.
11. Por ser equipos mecánicos fabricados en serie, debe ser requisito el seguimiento y la rastreabilidad de los componentes o refacciones, por lo que deben tener una identificación única que quede registrada en todos los documentos.

- j. El proveedor debe establecer procedimientos y actualizar los registros que comprueben que el equipo ha pasado la inspección y/o pruebas de fabricación de acuerdo con el criterio de aceptación establecido.

C.15. Equipo de medición.- Las especificaciones descritas a continuación corresponden a los tipos de aparatos que el Gobierno de Distrito Federal posee en sus plantas, o que podrán ser adquiridas.

- a. Además de lo descrito en los incisos C.01 a la C.06 de este capítulo, el Gobierno de Distrito Federal debe indicar lo siguiente:

1. Tipo de medidor.
2. Tamaño del medidor y dimensiones límite (Tabla 9).
3. Conexiones roscadas de entrada y salida del medidor.
  - 3.1. Las conexiones deben cumplir los requisitos de calidad, especificados en la Norma ISO-228.
4. Conexiones bridadas de entrada y salida del medidor.
  - 4.1. Estas conexiones deben cumplir con la Norma ISO-2084, para una presión correspondiente a la del medidor de agua de un mega pascal (10 bar), las dimensiones se observan en la Tabla 10.
  - 4.2. El medidor debe tener acceso apropiado detrás de la brida para facilitar la instalación o cambio.
5. El dispositivo indicador debe proporcionar una lectura fácil, confiable y legible del volumen de agua medido.
  - 5.1. El volumen del agua medido debe ser expresado en metros cúbicos y su indicación debe aparecer en el cuadrante o en la cercanía inmediata a la indicación digital como se muestra a continuación en las Figuras; 1, 2, 3 y 4.
  - 5.2. El mecanismo indicador debe registrar el gasto permanente sin regresar a cero el volumen expresado en metros cúbicos durante 1 999 horas de operación, tal como se muestra en la Tabla 11.
  - 5.3. El cambio de incremento en el indicador digital electrónico deber ser instantáneo.
  - 5.4. La altura mínima aparente de los dígitos debe ser de 4 mm.

5.5. La presencia de los dispositivos complementarios no debe cambiar las características metrológicas del medidor de agua.

- b. El material de construcción de los medidores debe contener como mínimo 75% de cobre y las conexiones con una aleación mínima de 57% de cobre.
- c. El dispositivo indicador del medidor debe estar protegido por un visor transparente (vidrio y otro material) con tapa, cuando se trate de medidores de lectura remota.
- d. Debe estar provisto con medios para remover la condensación, además debe contener un colador interno localizado a la entrada de la toma.

TABLA 9  
Características de los medidores.

Designación del medidor m <sup>3</sup> /hr	Tamaño (designación de la rosca de acuerdo con ISO228/1)	A min mm	B min mm	L1 mm	L2 Max mm	H1 max mm	H2 Max mm
				80	50	50	180
N 0.6	G 3 / 4 B2 )	10	12	110	50	50	180
N 1	G 3 / 4 B2 )	10	12	115,130	50	50	180
N 1.5	G 3 / 4 B2 )	10	12	165	65	50	180
N 2.5	G 1 B2 )	12	14	290	65	60	240
N 3.5	G 1 1 / 4 B	12	16	260	86	65	260
N 5	G 1 1 / 4 B2 )	13	18	260	86	70	280
N 6	G 1 1 / 2 B	13	18	260	86	70	280
N 10	G 2 B	13	20	300	105	75	300

- 1) La tolerancia para L<sub>1</sub> es + 0 -2.
- 2) El tamaño de la rosca del valor próximo se acepta como una alternativa.

Tabla N ° 12  
Medidores para agua con bridas de entrada y salida designación, tamaño y dimensiones.

Designación del medidor m <sup>3</sup> /hr		Tamaño ( ON de la brida )	L ( 1 ) Mm			L ( 2 ) Max mm		H ( 1 ) máx. (mm)		H ( 2 ) máx. (mm)	
Medidores tipo volumétrico de chorro único y chorro múltiple	Medidores tipo hélice		Medidores tipo volumétrico de chorro único y chorro múltiple	Medidores tipo hélice		Medidores tipo volumétrico de chorro único y chorro múltiple	Medidores tipo hélice	Medidores tipo volumétrico de chorro único y chorro múltiple	Medidores tipo hélice	Medidores tipo volumétrico de chorro único y chorro múltiple	Medidores tipo hélice 15
M 15	M 15	50	255 , 350	300,210,200		135	135	115	100	300	390
M 25	M 25	85	450	300,220,200		150	135	130	110	320	390
M 30	M 40	80	500	350,220,200		160	135	150	120	320	410
M 50	M 60	100	650	350,220,200		225	135	215	140	320	440
	M 100	125		350,315,250			135		140		440
	M 150	150		500,340,300			175		180		500
	M 200	200		500,550,350			190		200		500
	M 250	200		500,550,350			190		220		500
	M 400	250		600,450			210		200		500
	M 600	300		800,700,500			240		250		500
	M 1000	400		800,600			290		320		500
	M 1500	500		1000,900,600			365		380		520
	M 2500	600		1200,1000			390		450		600
	M 4000	800		1200			510		550		700

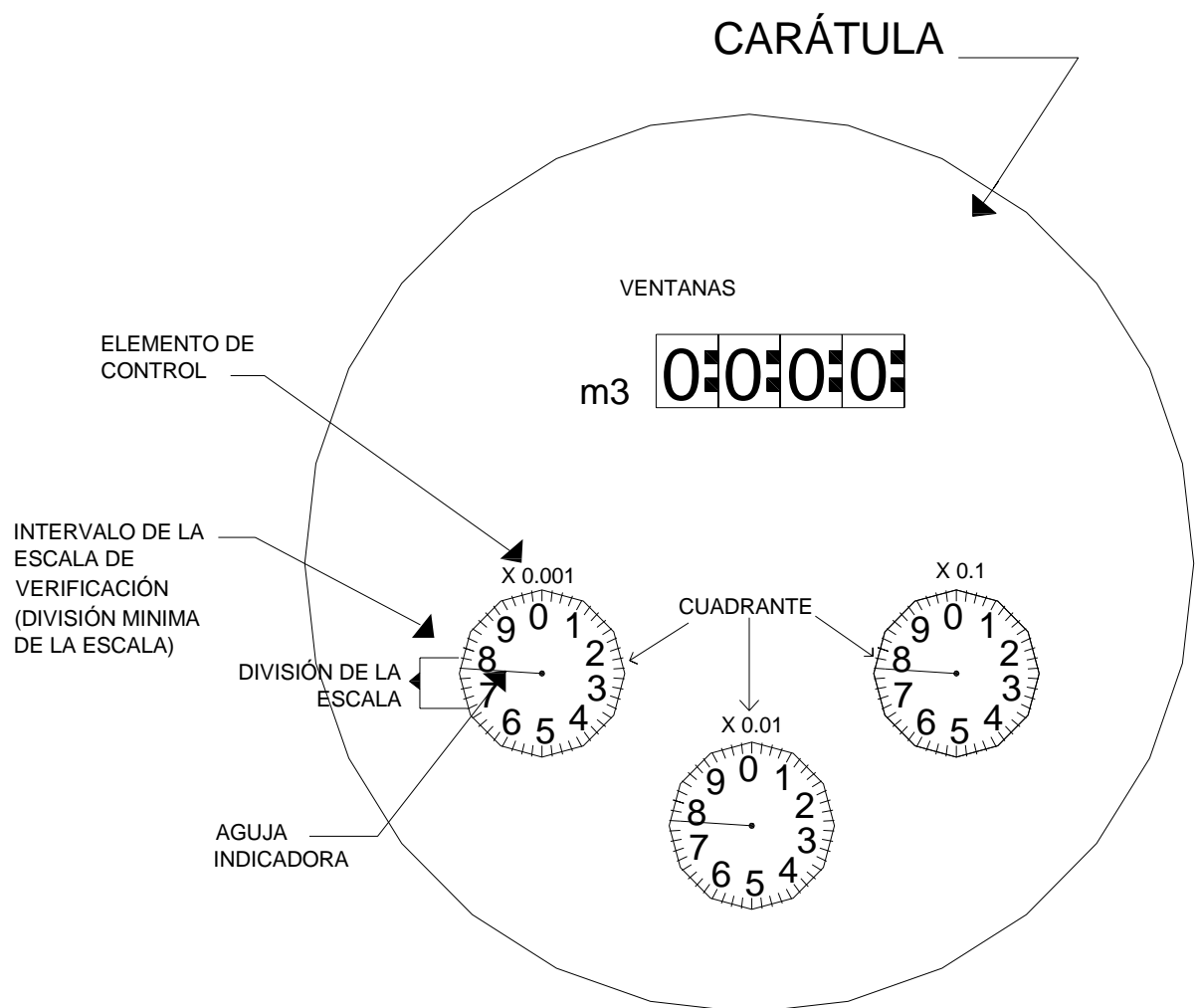


FIGURA 14. MEDIDORES.



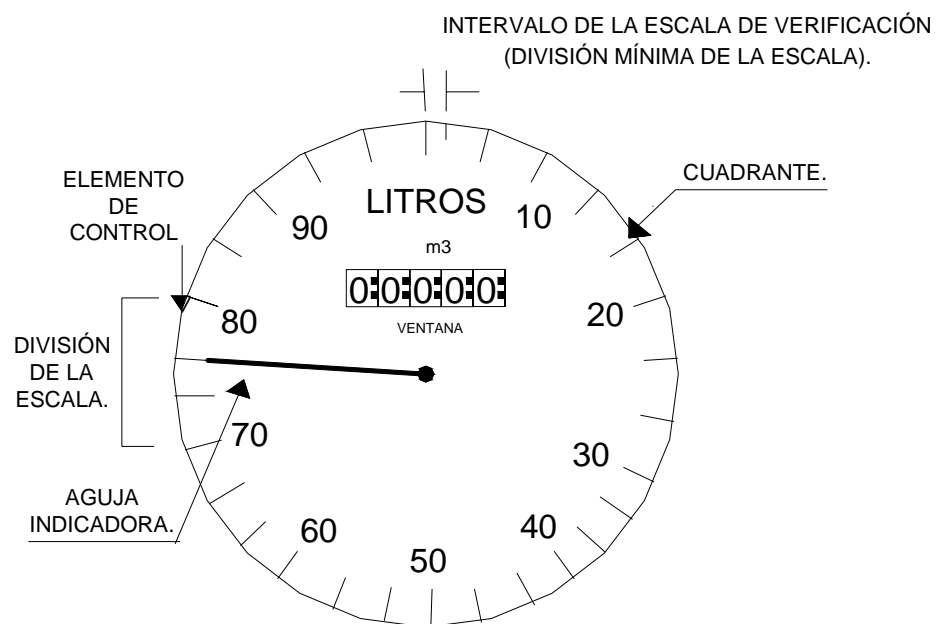


FIGURA 15. MEDIDORES.

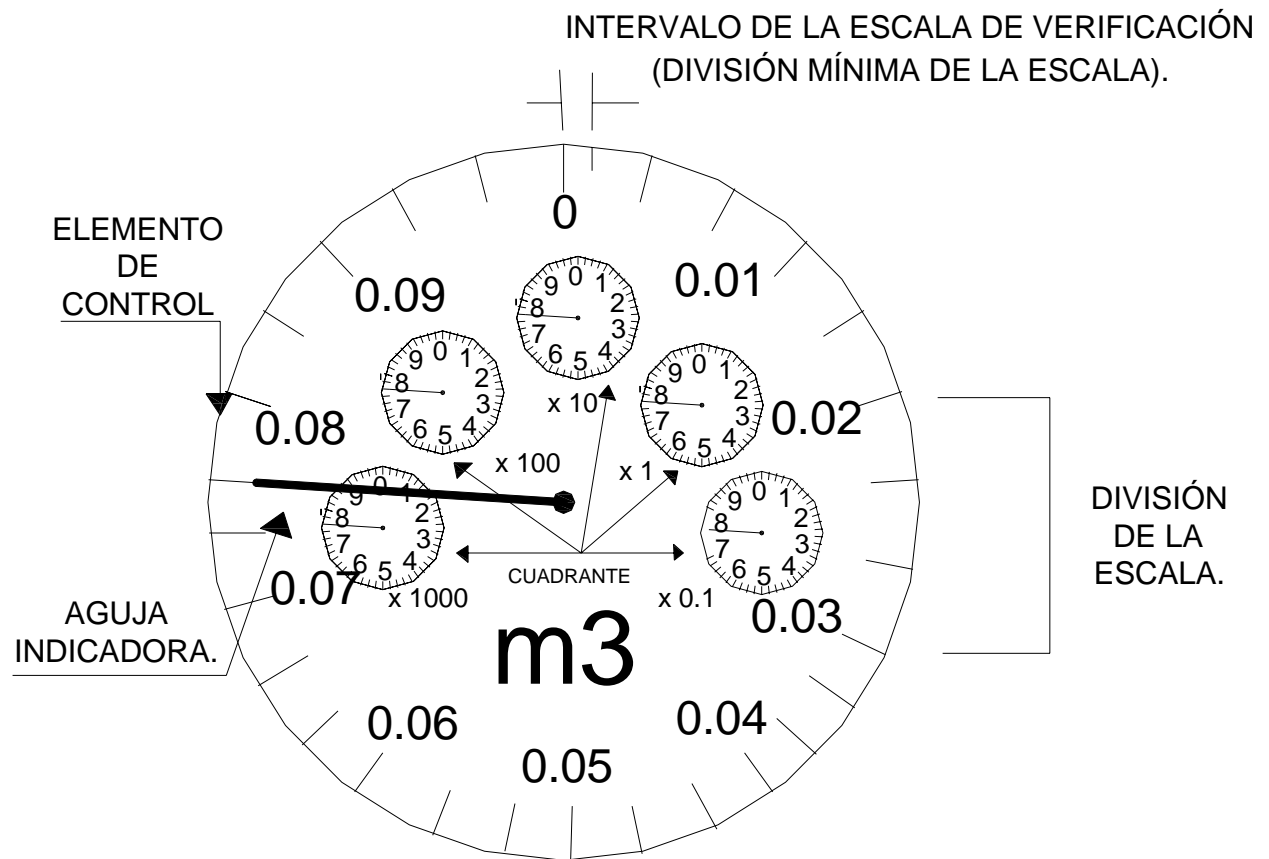


FIGURA 16.- MEDIDORES.

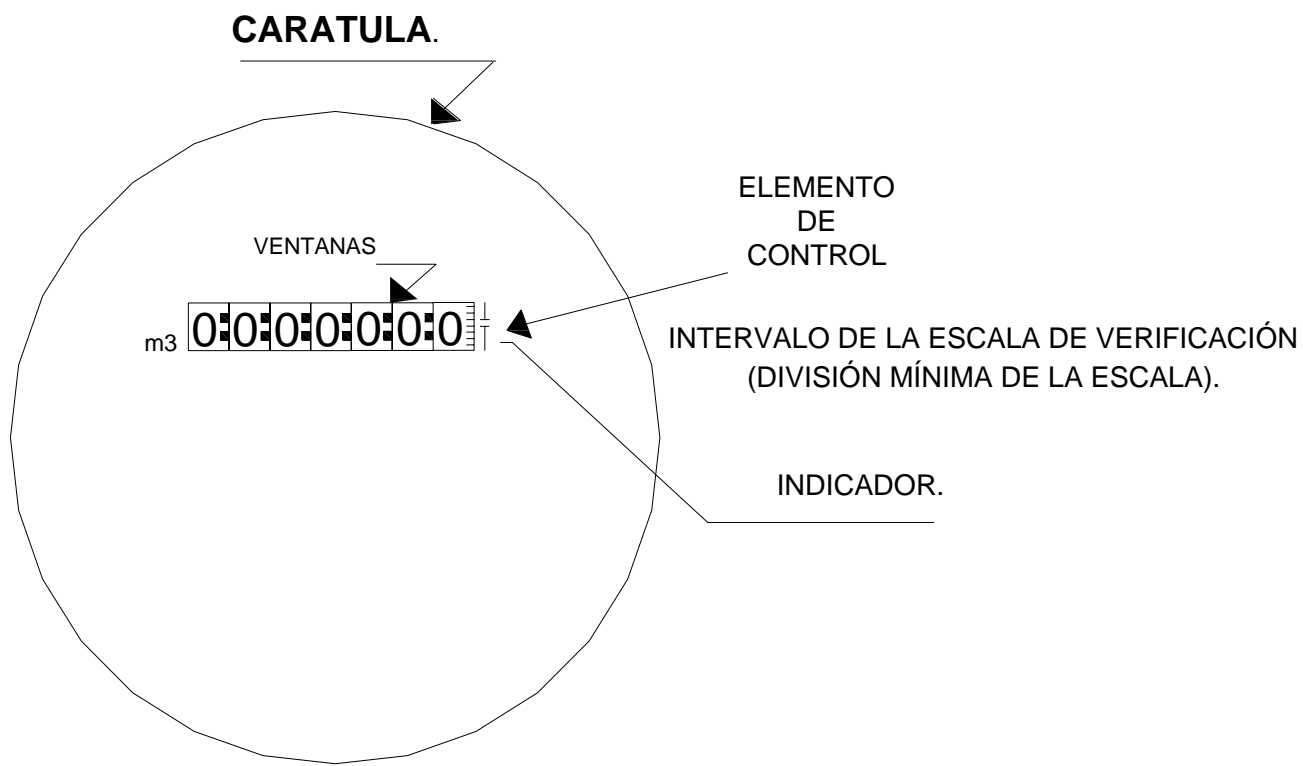


FIGURA 17.- MEDIDORES.

TABLA 11 Equipo de medición de agua.  
Gasto permanente.

Gasto permanente (qp) m <sup>3</sup> /hr	Intervalo de indicación (valor mínimo) m <sup>3</sup> .
$qp \leq 5$	9 999
$5 \leq qp \leq 50$	99 999
$5 \leq qp \leq 500$	999 999
$500 \leq qp \leq 4\,000$	9 999 999

Notas:  $L_1$  = Longitud,  $L_2$  = Ancho del paralelepípedo donde se sitúa el medidor de agua.

$qp$  = Gasto permanente.

$H_1 + H_2$  = Definen la altura del recipiente.

- e. Protección para una inversión accidental de flujo.
- f. Todos los medidores deben tener dispositivos de protección (precintos) para impedir antes y después de la instalación la posibilidad de alterar sus dispositivos de regulación.
- g. Muestreo y pruebas de los equipos de medición.- En la aceptación de cualquier equipo, para cuantificar o medir el grado de las características que el equipo posee y que deberán someterse al proceso de cuantificación denominado medida, realizado en el laboratorio y su número resultante se indicará como límite de tolerancia, medición apoyada en bases científicas de la metrología, apoyada en la unidad y los instrumentos autorizados y aprobados.

Además para la aceptación de los equipos de laboratorio debe acordarse entre proveedor y el Gobierno del Distrito Federal, además de lo señalado en el subinciso C.06.a.4. de este capítulo, lo referente a:

1. Garantías
2. Certificación de la calidad del equipo por la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA).
3. Las actas protocolizadas donde se certifique que el procedimiento cumple los lineamientos de la normatividad vigentes.
4. Manuales de montaje, operación y mantenimiento y partes que lo integran.

C.16. Las características de calidad que se deben cumplir, para el funcionamiento de un equipo de laboratorio para pruebas son las siguientes:

- a. El laboratorio de pruebas debe cumplir con lo indicado en la Norma Mexicana NMX-EC-058-INMC “Sistemas de acreditamiento de laboratorios de calibración y pruebas.” Requisitos generales para su operación y reconocimiento, señalado en la cláusula B de Referencias.
- b. Debe presentar una exposición detallada de los procedimientos documentados y equipo que se aplican en la evaluación de los resultados de las pruebas de los productos, tanto iniciales como de verificación.
- c. El laboratorio de pruebas debe contar con una estructura organizacional que permita mantener la capacidad de ejecutar satisfactoriamente las funciones técnicas bajo dos condiciones:
  1. El laboratorio debe mantener actualizada la información relativa a la calificación, formación y experiencia de su personal.
  2. Su personal debe tener conocimientos sobre el manejo e interpretación de las normas, métodos y equipo de prueba.
- d. El laboratorio debe estar provisto de todos los equipos necesarios calibrados y certificados por laboratorio acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA), para la correcta ejecución de las pruebas y mediciones y además cumplir con lo siguiente:
  1. Las condiciones ambientales en que se lleven a cabo las pruebas no deben invalidar los resultados de éstas sin comprometer la exactitud requerida de las mediciones, especialmente cuando las pruebas se efectúan en lugares distintos a los locales permanentes del laboratorio.

2. El acceso a las áreas de pruebas y la utilización del equipo debe controlarse de manera adecuada a los fines previstos y establecer condiciones para la entrada de personal ajeno al laboratorio.
3. Todos los equipos deben mantenerse adecuadamente y estar disponibles los detalles sobre los procedimientos de mantenimiento.
4. Debe llevarse un registro actualizado por cada uno de los equipos de medición y prueba y debe comprender los datos siguientes:
  - 4.1. Nombre del equipo.
  - 4.2. Nombre del fabricante, el tipo y número de serie.
  - 4.3. La fecha de recepción y la de puesta en servicio.
  - 4.4. Su estado (nuevo, usado, reacondicionado).
  - 4.5. Detalle del mantenimiento realizado.
  - 4.6. Historial de su utilización.
- e. Los equipos de medición y pruebas que requieran ser utilizados en el laboratorio, deben calibrarse antes de la puesta en servicio y posteriormente, cuando se requiera y/o de acuerdo al programa de calibración definido.
- f. Los patrones de referencia a cargo del laboratorio sólo deben utilizarse para la calibración excluyéndose cualquier otra prueba, debido a que:
  1. Estos serán calibrados por organismos competentes registrados ante la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA), capaz de asegurar la trazabilidad con referencia a un patrón nacional o internacional.
  2. Cuando proceda, el equipo de prueba debe someterse a verificaciones de servicio, entre las calibraciones periódicas, y los materiales de referencia, estos deben referirse a patrones nacionales o internacionales.
- g. El laboratorio de prueba, debe estar acreditado en los organismos competentes como la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA). El gobierno del Distrito Federal autorizara su operación en caso de ser contratados, si los aparatos para verificación están certificados y/o calibrados en base a patrones establecidos por la "Dirección General de Normas" y aprobados para su utilización, si se cumplen los protocolos establecidos en las normas correspondientes indicadas en la cláusula de Referencias, y en particular con las normas ISO 9000.

- h. Muestreo y pruebas de los laboratorios.- Las instalaciones que operan en una localidad determinada y que dispone del equipo necesario y el personal calificado para efectuar mediciones, análisis y pruebas, calibraciones o determinación de las características y/o funcionamiento de materiales, productos o equipos, deben estar certificadas por el organismo, registrado ante la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA), contar con el acreditamiento y/o autorización para su operación y además:
  - 1. El laboratorio debe disponer de las instrucciones escritas sobre la utilización y funcionamiento de todos los equipos, sobre la preparación y manipulación de los objetos sometidos a prueba y sobre las técnicas de prueba normalizadas, todas las instrucciones, normas, manuales y datos de referencia útiles para el trabajo del laboratorio; mantenerse actualizados y estar disponibles en el momento y lugar que el personal las requiera.
  - 2. Se debe verificar si el laboratorio de pruebas, emplea los métodos y procedimientos prescritos por la especificación técnica, de acuerdo con el manual de procedimientos, especificación que el laboratorio debe poseer y tener a disposición el personal capacitado que ejecuta las pruebas.
  - 3. El laboratorio debe rechazar las solicitudes para realizar pruebas según métodos que puedan comprometer la objetividad del resultado o de validez dudosa.
  - 4. Cuando sea necesario utilizar métodos y procedimientos no normalizados, éstos deben estar descritos en documentos certificados.
  - 5. Se debe verificar que todo cálculo o transferencia de datos sea controlado adecuadamente.
  - 6. Si los resultados son obtenidos por técnicas informáticas, se debe verificar que el sistema tenga fiabilidad y estabilidad apropiadas, para que la exactitud de los resultados no quede comprometida. El sistema debe tener la capacidad de detectar fallas eventuales durante la ejecución y desarrollo del programa.
- i. Se debe verificar que el laboratorio tenga implantado un sistema de calidad apropiado al tipo, alcance y especialidad de sus actividades.

C.17. El equipo dosificador puede estar constituido por motor, reductor (en caso necesario), biela, compuerta, tolva alimentadora, tanque almacenador, conductores, dispositivos eléctricos - electrónicos, equipo de control y bomba; pero además se considerará lo siguiente:

- a. Los requisitos de calidad del motor eléctrico serán como se indica en el subinciso 5.01.02.001.C.07 del capítulo correspondiente de este Libro, en el tomo II.
- b. El reductor se debe diseñar de acuerdo a los datos del proyecto, y debe ser apropiado para el volumen a dosificar.
- c. La biela, el tanque y la tolva deben cubrir los requisitos enunciados en las Normas Mexicanas NMX correspondientes, indicadas en la cláusula B de Referencias.
- d. Los requisitos de calidad de los conductores y dispositivos eléctricos y electrónicos serán las señaladas en los capítulos correspondientes del Libro 4 (Calidad de Materiales Compuestos).
- e. El equipo de control debe reunir los requisitos indicados en el subinciso 5.01.02.001.C.09 del capítulo correspondiente a Equipos Eléctricos, en este Libro 5, tomo II.
- f. La bomba que maneje sólidos, semisólidos o líquidos, debe cubrir los requisitos de calidad señalados en el subinciso 5.01.01.002.C.07 correspondiente a Equipos Mecánicos de este Libro 5, tomo II.
- 9. Las partes del dosificador, susceptibles a corrosión o intemperismo, bajo condiciones normales de operación, deben estar protegidos debidamente. Cuando existan protecciones en las interconexiones mecánicas-eléctricas, éstas no deben deteriorarse durante su operación, ni sufrir detrimento de su calidad por exposición atmosférica.
- h. Los materiales empleados incluyendo pintura y otros acabados deben ser resistentes, indeformables e indelebles hasta temperaturas de 333K (60°C).

Además deben resistir la acción de agentes químicos empleados en los procesos de limpieza.
- i. Los dispositivos eléctricos y/o electrónicos, deben estar diseñados para trabajar en ambientes húmedos, polvosos o calientes de 313K a 333K (40°C a 60°C).
- j. El equipo dosificador debe llevar una placa con las características del equipo en un lugar visible que debe contener:
  - 1. Nombre o marca registrada del fabricante.
  - 2. Modelo.
  - 3. Capacidad dosificadora.
  - 4. Características de fabricación.



5. Número de serie.
6. Temperatura ambiente máxima.
7. Motor.- con los datos indicados en la cláusula 5.01.02.001.C.07 del capítulo correspondiente a Calidad de Equipos Eléctricos de este Libro.
8. Bomba.- Placa con los datos indicados en la cláusula 5.01.01.002.C.07 "Calidad de Equipos Mecánicos" de este Libro.
9. La leyenda "Hecho en México" o indicación del país de origen.

El equipo de control debe impedir que la dosificación se interrumpa bruscamente, por lo que debe contar con dispositivos de señal ya sea luminosa y/o sonora.

Debe observarse durante la revisión, que el flujo saliente sea igual al flujo entrante.

El equipo dosificador debe contar con un sistema de seguridad que permita al usuario trabajar de manera segura.

Todas las conexiones mecánicas-eléctricas deben estar debidamente aisladas de tal forma que no existan partes expuestas.

- k. Requisitos de aceptación de los equipos dosificadores de productos químicos. Todo equipo o aparato que el Gobierno del Distrito Federal utilice en sus plantas de tratamiento de agua y que sea proporcionado en paquete, debe cumplir con lo establecido en este capítulo. Además haber pasado las pruebas de calidad especificadas en las Normas Mexicanas, referente a velocidad, presión y fugas, elaboradas en los laboratorios del fabricante y de acuerdo a indicaciones del proyecto original y rangos de operación, por lo que el fabricante, proveedor o contratista debe proporcionar la información de sus pruebas para la certificación de las misma si éstas se pueden realizar, o para que el Gobierno del Distrito Federal determine lo conducente. Si el equipo cumple los requisitos del proyecto, debe ser aceptado.
- l. El muestreo de los dosificadores de productos químicos debe ser de común acuerdo entre el fabricante-proveedor y el representante del Gobierno del Distrito Federal, recomendándose el uso de la Norma NMX-Z-12 partes 1, 2 y 3; y lo establecido en el subinciso C.06.a.4 de este capítulo. Durante la inspección del equipo, debe observarse lo siguiente:

1. Hacer una inspección cuidadosa de toda la instalación eléctrica, mecánica o electrónica por separado, posteriormente, de las interconexiones eléctrico - mecánicas y/o electrónicas, de dispositivos del control, botonera, de sistema de seguridad y protecciones.
2. Revisar los puertos, pasajes del líquido, sólido o semisólido, para evitar errores durante la prueba respectiva causados por obstrucciones en dichos sitios.
3. Evitar que las boquillas de toma o alimentación y de descarga estén sometidas a esfuerzos.
4. Revisar las tomas de corriente para la instalación de los instrumentos de medición o control.
5. Verificar que no existan entradas de aire en la línea de alimentación.
6. El tiempo de prueba de funcionamiento a plena carga será como mínimo tres horas; el representante del Gobierno del Distrito Federal debe verificar y aprobar la bitácora de pruebas.
7. La carga que se utilice debe permitir la observación y detección de fugas.
8. El fabricante del equipo dosificador debe hacer las pruebas correspondientes y necesarias en su fábrica o en el laboratorio de calidad indicado por el representante del Gobierno del Distrito Federal y proporcionará a éste los datos relativos a carga, capacidad, potencia y curvas correspondientes a la velocidad señalada por el laboratorio y/o las especificaciones de proyecto.
9. Cuando se especifique la prueba de funcionamiento, debe efectuarse en condiciones de carga y volumen por dosificar, de acuerdo a la garantía del proveedor- fabricante o bajo las condiciones señaladas por el representante del Gobierno del Distrito Federal. Si no es posible, el fabricante deberá establecer las condiciones bajo las cuales propone realizar las pruebas, para someterlas a la aprobación del representante del Gobierno del Distrito Federal.

C.18. En la industria del agua se utilizan dos tipos básicos de filtros que utilizan arena graduada en rangos de 0,5 a 10 mm y se clasifican en:

- a. Filtro lento de arena. Filtro de arena con carga hidráulica baja ( $2 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \text{d}$ ), se limpia al retirar las capas superficiales obstruidas, quedando el lecho como un empaque homogéneo.

- b. Filtro de arena rápida. El más común ( $120 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \text{d}$ ), su limpieza mediante el lavado inverso (retro lavado) que permite obtener un lecho estratificado.

En la Tabla 12 se indican valores del factor de forma de la partícula que forma el lecho estratigráfico.

La porosidad del lecho se expresa con la siguiente ecuación:

Porosidad del lecho = volumen de vacíos / volumen total.

Para partículas esféricas  $d = 6v/A$ ;

Para otras formas :  $d = 6v / Y A$ ;

Donde:  $d$  = Diámetro característico de las partículas del lecho.

$Y$  = Factor de forma de partículas.

$A$  = Área superficial de la esfera.

$v$  = Volumen

Tabla. 12 Valores típicos del factor de forma de las partículas.

Material	Y
Escama de mica	0,28
Vidrio molido	0,65
Arena angular	0,73
Arena gastada	0,89
Arena esférica	1,00

- c. Asimismo, dependiendo del proceso o tipo de la planta, existen los siguientes filtros:

1. Filtro percolador o lecho de bacterias.
2. Filtro nitrificante de alta velocidad, que proporciona estabilización y nitrificación al efluente de una planta de lodos activados.
3. Cuando se trate de filtros para sistemas terciarios, éste debe considerar en su diseño lo siguiente:
  - 3.1. La unidad de filtración de alta tasa de filtro, que a su vez debe incluir:

- 3.1.1. Carcasa, con entrada, salida y tubería de desagües, válvula de control y actuadores, difusores de lavado, placas perforadas, elevador de placa interior, interruptor, compuerta de acceso y puerta visual.

En la Tabla 13, se muestran las características de los filtros, dependiendo de su clasificación:

TABLA 13 Tipos de filtros

Características	Filtro lento	Filtro rápido
Tasa de filtrado ( $\text{m}^3 / \text{m}^2 \text{ d}$ )	1 a 4	100 a 200
Profundidad del lecho ( $\text{m}^2$ ).	1 (sin estratificar)	0,5 a 0,8 (estratificado)
Área del lecho ( $\text{m}^2$ ).	cerca de 2000	cerca de 100
Tamaño de la arena (mm)	0,5 a 0,1	0,5 a 1,5
Pérdida de carga máxima (m)	1,0	2,5
Duración de la corrida (d)	20 a 90	1,5 (d)

Nota: Toda unidad debe tener incorporado un módulo de control de gasto que compense la pérdida de carga en aumento en el lecho, permitiendo que la carga de entrada aumente a medida que prosigue la corrida.

- 3.1.2 Las esferas de fibra pueden ser de cloruro de vinilo u otro material apropiado como medio filtrante. Cada esfera debe tener un diámetro de 33 mm con una variación  $\pm 2\%$  y una densidad de  $100 \text{ kg/m}^3$ .

- 3.1.3. El anclaje del equipo debe ser el indicado en proyecto, que permita el funcionamiento seguro y tanto el material fijador, como su instalación, serán responsabilidad exclusiva del proveedor.

- 3.2. Soplador de aire para lavado, con motor, tubería, válvula y controles.

4. El equipo de filtración.- Depende de la calidad y calibre de la arena, del medio filtrante, antracita colocada encima de una capa de arena y de las características propias de los filtros como se expresa en la Tabla 13 bis.

- a. Si los medios filtrantes cumplen con estos requisitos y con las pruebas especificadas por el Gobierno del Distrito Federal, por lo tanto, los filtros deben ser aceptados.

TABLA 13 bis.- Características de filtros.

Concepto	Filtro de arena	
	Rápido	Lento
Velocidad de filtración	0,1 a 0,2 a 0,4 m/h	4, a 5 a 21 m/h
Tamaño del lecho	2 000 m <sup>2</sup>	40 a 400 m <sup>2</sup>
Profundidad del lecho	30 cm de grava de 90 a 110 cm de arena	30 a 45 cm de grava 50 a 70 cm arena
Distribución del tamaño del grado	No estratificado	Estratificado

- d. Las pruebas a las que serán sometidos los equipos de filtración son las siguientes:
1. La velocidad de filtración debe ser 0,1 m/h.
  2. La profundidad del agua debe ser 1,0 a 1,5 m.
  3. El espesor del lecho filtrante variará entre 1,0 a 1,4 m; con una reducción del orden de 0,5 a 0,8 m después de removida la capa superior durante la limpieza.
  4. La grava debe ser clasificada para permitir el flujo libre del agua y no se debe permitir la penetración de la arena al drenaje.
    - 4.1. Si el filtro tiene un techo de ladrillos extendido en el fondo, se deben tener cuatro capas de grava con espesor de 10 cm cada una.
    - 4.2. Se debe verificar que el sistema de drenaje interior esté conformado de conductos principales y laterales de tubería perforada de asbesto-cemento o pvc.
  5. La profundidad de la cámara de filtración debe ser la determinada en el proyecto y con base a los datos de diseño (aproximadamente 2,7 m).
  6. La planta debe tener el número de lechos filtrantes de acuerdo a la Tabla 14.

7. Se debe contar con una válvula precedida de un medidor Venturi, para controlar la velocidad y la caída de presión constante a través de los filtros, así como su profundidad; si no cuenta el sistema con este medio, se debe instalar una válvula de flotador en el tubo efluente del filtro.

Tabla 14 Lechos filtrantes.

Número requerido de filtros lentos de arena		
Población (habitantes)	Número total de unidades	Capacidad de reserva en porciento (%)
Menor a 2 000	2	100
2 000 a 10 000	3	50
10 000 a 60 000	4	33
60 000 a 100 000	5	25

8. El medio filtrante debe ser rectangular con relación de longitud-ancho de 5:1 y el agua cruda debe verificarse que fluya a una velocidad entre 0,2 a 0,35 m/seg.
9. Las pruebas a que será sometido el medio serán la determinación de los tamaños de la arena y de la grava, visualización del medio filtrante de acuerdo al diseño y con base a las normas en cuanto a su construcción, verificación de altura, velocidad de filtración y velocidad de flujo del agua cruda; si los parámetros de diseño se cumplen y las pruebas son protocolizadas, los filtros deben ser aceptados.

C.19. Las especificaciones descritas a continuación, corresponden al tipo de calderas mas usadas por el Gobierno del Distrito Federal, siguiendo lo indicado en el capítulo 003 del Libro 8, tomo IV y considerando los incisos C.01 al C.06. el Gobierno del Distrito Federal indicará al proveedor-fabricante los siguientes datos:

- a. Tipo de caldera; en la que se considerará.
  1. Capacidad.
  2. Caballos caldera.
  3. Eficiencia

- b. Tipo de combustible, que puede ser:
  - 1. Petróleo pesado.
  - 2. Diesel.
  - 3. Gas.
- c. Equipo de bombeo y control del sistema.
  - 1. Operación continua o intermitente
  - 2. Temperatura de agua.
  - 3. Capacidad.
  - 4. Presión de descarga.
  - 5. Carga neta de succión positiva. (CNPSH requerido)
- d. También puede considerarse una caldera paquete que es aquella (de acuerdo a la NMX-078 - SECOFI) fabricada y ensamblada totalmente en el taller del fabricante. En las Tablas 15 y 16 se observan las especificaciones y dimensiones de las calderas.

**TABLA 16 E S P E C I F I C A C I O N E S**

MODELO			MONITOR			CBH		CB										
Capacidad en caballos caldera			20	40	60	80	100	100	125	150	200	250	300	350	400	500	600	700
Consumo de agua a plena carga (lts/hr)			3 / 4	627	941	1254	1568	1568	1960	2352	3136	3920	4704	5490	6272	7640	9406	10979
Consumo de petróleo pesada plena carga (lts/hr)								106	132	256	312	265	318	371	424	53	636	742
Consumo de diesel a plena carga (lts/hr)			23	45	68	90	113											
Consumo de gas LP para el piloto (kg/hr)											2,4	2,4	2,4	3,2	3,2	3,2	3,2	
Consumo de corriente Eléctrica	Circuito de control 115v(+)(-) 10, 50/60 (Hertz)	(HP)	150		150	150	150	150	150	150	150	15	150	150	150	150	150	150
	Motor ventilado	(HP)																
	Motor bomba de petróleo pesado 220/440 V	(HP)										1	1	1	1	1	1	1
	Motor bomba de agua	(HP)																
	Motor ventilador y bomba diesel 50/60	(HP)																
	Calentador de petróleo pesado	(kw)						5	5	5	5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
	Salida de vapor 1,05/10,5	kg/c <sup>2</sup> m <sup>2</sup>	02/38	152/52	152/75	152/76	203/72	203/102	203/102	203/102	254/102	305/192	305/192	305/192	305/192	305/203	305/203	305/203
Diámetro de conexiones (mm)	Alineación de agua		25	25	32	32	32	32	38	38	51	51	51	63	63	63	63	63
	Purgas de fondo		25	25	32	32	32	32	38	38	38	38	38	38	51	51	51	51
	Purgas de superficie		1						25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	Alimentación de petróleo pesado							32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
	Retorno de petróleo pesado							19	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
	Piloto de gas LP							13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
	Alimentación y retorno de diesel		19	19	19	19	19											
	Purga columna de nivel							25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Peso	Vacía	(kg)				3800	4000	4250	5700	6200	7300	10400	11600	12800	18400	20700	21100	24200
Considérese a la máquina sin vibraciones	Con agua	(kg)				5800	6200	6600	8300	9500	11200	15250	17600	19900	23100	27500	31740	36900



**TABLA No. 17 DIMENSIONES DE LAS CALDERAS.**

MODELO	MONITOR			CBH		C B										
Capacidad en caballos	20	40	60	80	100	100	125	150	200	250	300	350	400	500	600	700
Longitud total A	2440	3560	3330	4350	4830	4830	4460	5070	5590	5110	5840	6650	5640	6500	7420	8360
Longitud cuerpo entre bridas y longitud de las bases de concreto B	1600	2720	2340	3330	3810	3810	3810	3190	4580	3660	4340	5100	3860	4720	5640	6480
Brida a centro de la chimenea C	102	127	152	178	178	178	230	230	230	280	280	280	330	330	330	330
Brida a entrada de agua (ambos lados) D	914	1448	1295	1560	2030	2030	1750	2040	2440	2030	2720	3750	2184	3200	3200	4496
Brida a salida de vapor. E	1067	1448	1168	1660	1920	1920	1420	1680	1980	1520	1850	2230	1570	2010	2010	3250
Longitud de la tapa frontal F	460	460	530	560	560	560	790	790	920	880	910	960	1090	1090	1090	1090
Longitud de tapa trasera G	380	380	460	460	460	460	490	490	490	590	590	590	690	690	690	690
Centro al exterior de la columna de nivel H	760	760	920	920	920	920	1090	1090	1090	1420	1420	1420	1850	1650	1650	1650
Centro al exterior de la cubierta I	540	510	680	680	680	680	840	840	840	1070	1070	1070	1300	1300	1300	1300
Ancho total J	1270	1270	1600	1600	1600	1600	1930	1930	1930	2490	2490	2490	2050	2950	2950	2950
Altura de la base de la caldera a la brida de la chimenea K	1360	1360	1780	1780	1780	1780	2160	2160	2160	2690	2690	2690	3250	3250	3250	3250
Altura total del piso a la brida de la chimenea L	1510	1510	1930	1930	1930	1930	2310	2310	2310	2840	2840	2840	3400	3400	3400	3400

- e. Como un requisito de calidad, debe tomarse en cuenta la eficiencia térmica (con base en el poder calorífico superior y a la presión normal de operación), que debe alcanzar la caldera objeto de este capítulo, tal como se indica en la Tabla 17, comprobándose mediante el procedimiento establecido en la norma NMX- 078 -SCFI.
- f. La temperatura de la superficie externa de la caldera en cualquier punto no deberá ser mayor a 333K (60°C).
- g. La concentración de oxígeno de los gases de combustión a la salida de la caldera no debe exceder de 3,7% (en base seca).
- h. La concentración de monóxido de carbono en los gases de combustión no debe ser mayor de 200 cm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>.
- i. Las estructuras soporte de la caldera deben ser construidas para resistir los esfuerzos transmitidos a ellos por carga o expansiones del equipo mencionado. Estas estructuras soporte, deben protegerse para que no sean afectadas por las temperaturas que se originen.
- j. La presión de operación de la caldera no debe ser mayor a la presión de calibración de las válvulas de seguridad autorizada, ni a la presión de diseño.
- k. La caldera debe ser instalada en un local o área destinada específicamente, siguiendo las instrucciones del fabricante para mantener la calidad en todas y cada una de sus partes.

TABLA 17. Eficiencia mínima de calderas con base en el poder calorífico superior.

	Capacidad kW.	n%	Combustible
Caldera tubos de humo	100 – 200	76	Gas natural o L.P.
	100 – 200	80	Combustóleo, gasóleo, diesel
	200 – 8000	76	Gas natural o L.P.
	200 – 8000	80	Combustóleo, gasóleo, diesel
Caldera de agua	100 – 200	74	Gas natural o L.P.
	100 – 200	78	Combustóleo, gasóleo, diesel
	200 – 8000	76	Gas natural o L.P.
	200 – 8000	80	Combustóleo, gasóleo, diesel.

- l. Los depósitos para el abastecimiento de combustibles de la caldera deben contar con las condiciones de seguridad desde su diseño, fabricación y funcionamiento, de acuerdo a las normas mexicanas y oficiales mexicanas correspondientes
- m. La caldera debe contar cuando menos con una válvula de seguridad con características de acuerdo a las condiciones de operación, justificada técnicamente para evitar riesgos en el funcionamiento del equipo, además de cumplir con lo indicado en las normas mexicanas y oficiales mexicanas correspondientes.
- n. Las válvulas de seguridad de la caldera deben estar instaladas en la parte superior o lo más cerca posible y tener la capacidad de descargar toda la producción de vapor, dichas válvulas deben ser acordes con las normas correspondientes.
- o. La presión de calibración de las válvulas de seguridad utilizadas en ningún caso debe rebasar la presión de diseño.
- p. La caldera debe tener cuando menos un manómetro calibrado, conectado a la cámara de vapor colocado de tal manera que no esté sujeto a vibraciones, debe estar ajustado, ofrecer además una visión clara y libre de obstáculos. Dicho manómetro debe cumplir con las normas correspondientes.
- q. Toda caldera debe llevar como garantía de eficiencia térmica una placa o etiqueta de material no oxidarte, atornillada, remachada, soldada o pegada firmemente en un lugar visible. Dicha placa o etiqueta debe contener la siguiente información:

Nombre y dirección del fabricante.

Tipo de caldera.

Modelo, número de serie del equipo y año de fabricación.

Calor absorbido (MCR), kW.

Presión normal de operación, MPa.

Presión máxima de operación, MPa.

Superficie total de transferencia de calor, m<sup>2</sup>

Eficiencia térmica mínima (base PCS), en %.

Tipo de combustible.

Temperatura de gases a la salida K (°C).

Exceso de oxígeno en gases, en %.

Leyenda "Hecho en México" o el país de origen.

En una etiqueta por separado, en su lugar visible, se describirán las instrucciones y/o recomendaciones para su correcta instalación y operación óptima.

- r. Requisitos de aceptación de las calderas.- Para la aceptación de la caldera por parte del Gobierno del Distrito Federal, debe contarse con la autorización de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social y con el dictamen expedido por el laboratorio de verificación o proveedor que certifique que la caldera funciona dentro de los parámetros de diseño y que esta cubierta con el factor de servicio indicado en proyecto y que cumple con la Norma Oficial Mexicana NOM-122-STPS referente a las condiciones de seguridad, así mismo:
  - 1. La caldera debe contar con el número de control asignado por la Secretaría antes citada.
  - 2. Las estructuras soporte de las calderas debe resistir los esfuerzos transmitidos por la carga o expansiones en su operación.
  - 3. En la inspección de operación, la presión no debe ser mayor a la presión de calibración de las válvulas de seguridad indicada en el plano y a la presión de diseño.
  - 4. Si la caldera cumple con todos estos requisitos deberá ser aceptada.
- s, Para aquellas calderas que tengan una superficie de calefacción menor de  $10 \text{ m}^2$  y que la presión de calibración del dispositivo de seguridad sea menor a  $0,34 \text{ MPa}$  ( $3,5 \text{ kg/cm}^2$ ) y que su temperatura de operación no sea mayor de  $343 \text{ K}$  ( $70^\circ\text{C}$ ), deben cumplir con los siguientes requisitos de calidad:
  - 1. Condiciones físicas y operativas: La caldera ubicada cerca de pasillos de tránsito de vehículos o maniobras, deben ser resguardadas contra golpes o impactos, acorde con las características de los vehículos que circulen por esa zona.
    - 1.1. El sistema de soporte de los equipos debe mantenerse en condiciones tales que no afecten la operación segura del equipo, considerando, según se requiera, medidas contra la corrosión, degradación, inestabilidad, vibraciones y desnivelación.
    - 1.2. Los equipos deben disponer de los espacios libres necesarios para las actividades de operación, mantenimiento y revisión.
    - 1.3. Los equipos que operen a temperaturas extremas deben estar protegidos y en caso de posible contacto con personas, señalizados de conformidad con lo establecido en la Norma

Oficial Mexicana NOM-026-STPS, "Colores y señales de Seguridad e Higiene e Identificación de Riesgos por Fluido Conducidos en Tuberías", indicada en la cláusula B de Referencias.

1.4. Los equipos deben contar con aparatos auxiliares, cuando aplique, instrumentos de medición de presión y dispositivos de seguridad.

1.4.1. El rango de los instrumentos de medición de presión debe abarcar entre 1,5 y 4 veces la presión normal de operación.

1.4.2. Los instrumentos de medición de presión, aparatos auxiliares y dispositivos de seguridad deben estar sujetos a programas de revisión y mantenimiento y, en su caso, de calibración.

1.4.3. El punto de ajuste de los dispositivos de seguridad y de alivio de presión, debe estar de acuerdo con los requisitos para la operación segura del equipo, tomando en cuenta que, en ningún caso, será mayor a la máxima presión de trabajo permitida.

1.5.- Los aparatos auxiliares de las calderas o generadores de vapor, deben mantenerse en condiciones seguras de operación.

1.6.- El desahogo de los fluidos a través de las válvulas de seguridad en los equipos, debe dirigirse a un lugar donde no dañe a trabajadores ni al centro de trabajo.

2.- Condiciones documentales.

2.1.- Se debe contar con los procedimientos impresos en idioma español, que incluyen al menos las medidas de seguridad y los datos e información documental, ya sea por equipo o de aplicación, común siguientes:

2.1.1. De operación para:

2.1.1.1. El arranque y paro seguro de los equipos.

2.1.1.2. La atención de emergencias.

2.1.1.3. La capacitación y adiestramiento requeridos por el personal operador.

2.1.1.4. El uso de los instrumentos de medición.  
2.1.1.5. Los valores de los límites seguros de operación y los transitorios relevantes.

2.1.1.6. El registro de las actividades .

2.1.1.7. La conservación de esta información.

2.1.2. De mantenimiento para:

2.1.2.1. Definir la periodicidad y el alcance del mantenimiento preventivo.

2.1.2.2. La capacitación y el adiestramiento requerido del personal designado para efectuarlo.

2.1.2.3. El uso de instrumentos de medición.

2.1.2.4. Implementar las medidas de seguridad de las actividades de reparación y mantenimiento.

2.1.2.5. El registro y su conservación de las actividades realizadas.

2.1.3. De revisión para:

2.1.3.1 Los requisitos de seguridad en el acceso a los equipos, cuando aplique.

2.1.3.2 La frecuencia de las revisiones.

2.1.3.3. La capacitación y adiestramiento requeridos del personal que realice las revisiones.

2.1.3.4 El uso de instrumentos de medición en las actividades de revisión.

2.1.3.5.Registrar los reportes de resultados de las revisiones.

2.1.3.6. La conservación de esta información.

3. La siguiente información puede constar en el certificado de fabricación o en un documento respaldado por un ingeniero mediante su nombre, firma y anexando copia de su cédula profesional:

- 3.1. Presión y temperatura de diseño y de operación.
- 3.2. Presión de trabajo máxima permitida.
- 3.3. Dispositivos de seguridad (presión de calibración, área de desfogue y ubicación).
- 3.4. Capacidad volumétrica para recipientes sujetos a presión.
- 3.5. Capacidad generativa para calderas.
- 3.6 Fluidos manejados;
- 3.7 Especificaciones de los materiales de las paredes sujetas a presión (designación y esfuerzo a la tensión).
- 3.8 Normativa o código de construcción aplicable.

Nota: Las especificaciones técnicas de los subincisos 3.2, 3.3, 3.4, 3.5 y 3.8, deben tener respaldo en cálculos o tablas de la normativa o del código de construcción, basados en las condiciones de diseño o de servicio del equipo.

- 4. Dibujos o planos de los equipos que al menos contengan:
  - 4.1 Cortes principales del equipo.
  - 4.2 Detalles relevantes (ubicación de boquillas, por ejemplo).
  - 4.3 Acotaciones básicas (espesores, diámetros, longitudes, entre otras).
  - 4.4 Arreglo básico del sistema de soporte.

Nota: Los dibujos, planos o documentos deben estar avalados por el fabricante o constructor del equipo o por un responsable técnico designado por el Gobierno del Distrito Federal. Si existe la necesidad de generar dibujos, planos o documentos nuevos por carecer de los de fabricación, el responsable técnico que los avale, debe ser un profesional con experiencia en el área de diseño, mantenimiento o inspección de los equipos. La información presentada debe incluir la condición actual del equipo; y las modificaciones efectuadas deben estar avaladas como se indica, ya sea en documentos separados o en una revisión del dibujo, plano o documento.

- 5. Registros de:
  - 5.1. Operación;
  - 5.2 Mantenimiento;
  - 5.3 Revisiones.
- 6. Demostración de la seguridad del equipo y de sus dispositivos de seguridad

6.1. Prueba de presión. El equipo debe ser preparado para realizar la prueba en las visitas de inspección inicial y extraordinaria o ante la unidad de verificación, según aplique.

6.1.1. Prueba de presión hidrostática. La prueba consiste en presurizar al equipo sin estar en funcionamiento y desenergizado, desconectado de sus partes mecánicas y neumáticas a una temperatura no mayor de 313 K (40 °C) con graficador de presión o manómetro calibrado conectado al equipo, hasta una presión de prueba que debe ser al menos 10% mayor que la presión de calibración del dispositivo de seguridad (el de menor valor, cuando se cuente con más de un dispositivo de seguridad), con un fluido incompresible cuyo comportamiento al incremento de presión no genere riesgos, y aplicar el siguiente procedimiento genérico:

6.1.1.1. Determinar el valor de la presión de prueba a que será sometido el equipo;

6.1.1.2. Incrementar paulatinamente la presión en al menos tres etapas del valor de la presión de prueba (aproximadamente hasta 33%, 66% y 100%);

6.1.1.3. Mantener la presión en cada una de las dos primeras etapas, durante el tiempo suficiente para inspeccionar visualmente las posibles deformidades, lagrimeos, fugas, decrementos de presión en el manómetro o graficador de presión, o cualquier otra señal que pudiera decidir suspender la prueba y determinar los resultados como no satisfactorios;

6.1.1.4. Al llegar al valor de la presión de prueba, esperar al menos 30 minutos manteniendo esta presión, e inspeccionar según se establece en el inciso 6.1.1.3, si no existe un decremento de presión de más de 5% del valor de la presión de prueba o no hay motivos para considerar que el equipo operará sin condiciones de seguridad, la prueba se considerará satisfactoria.

6.2. Exámenes no destructivos. La persona física o moral contratada por el Gobierno del Distrito Federal para realizar los exámenes no destructivos en las visitas de inspección inicial o extraordinaria que realice la autoridad del trabajo o, en su caso, en las verificaciones correspondientes de la unidad de verificación, debe tener el equipo preparado.

6.2.1. Los procedimientos deben ser desarrollados con base en las normas mexicanas existentes, relacionadas con exámenes no destructivos aplicados a equipos, y a la falta de éstas, pueden utilizarse como referencia normas o códigos extranjeros.



- 6.2.2. Los procedimientos impresos deben contener los requisitos de calificación del personal, para establecer las variables de condiciones esenciales de aplicación del método para realizar los exámenes interpretados y evaluar sus resultados. La calificación y certificación del personal que los desarrolle, aplique, interprete y evalúe, debe cumplir con lo establecido en la Norma Mexicana NMX-B-482. “Capacitación, Calificación y Certificación de Personal de Ensayos no Destructivos”, indicada en la cláusula B de Referencias, o sus equivalentes normas o códigos extranjeros. Los técnicos que desarrollen, apliquen, interpreten y evalúen pruebas no destructivas, no deben realizar funciones asignadas a unidades de verificación, para los equipos motivo de su aplicación.
- 6.2.3. Los exámenes y su alcance de aplicación (zonas críticas y puntos de medición, entre otros), deben ser el resultado de la revisión del equipo, del análisis efectuado de su funcionamiento y de la factibilidad para su aplicación; deben ser realizados por personal especialista en los equipos, con experiencia en el diseño, construcción, inspección en servicio, materiales, soldadura, corrosión, y amplio conocimiento de códigos normas y especificaciones técnicas en la materia y aplicarse al menos una combinación de un examen volumétrico y uno superficial o uno de fuga, según el siguiente listado no limitativo:
- 6.2.3.1. Volumétricos:
    - 6.2.3.1.1. Ultrasónico industrial;
    - 6.2.3.1.2. Radiografía industrial;
    - 6.2.3.1.3. Radiografía con neutrones (radiografía neutrónica);
    - 6.2.3.1.4. Emisión acústica;
  - 6.2.3.2. Superficiales:
    - 6.2.3.2.1. Líquidos penetrantes;
    - 6.2.3.2.2. Electromagnetismo (corrientes de Hedi);
    - 6.2.3.2.3. Partículas magnéticas;
  - 6.2.3.3. De fuga:
    - 6.2.3.3.1. Por variación de presión;
    - 6.2.3.3.2. Espectrómetro de masas;
    - 6.2.3.3.3. Por burbujas;

- 6.2.4. Cada procedimiento debe contar, al menos, con la información siguiente:
  - 6.2.4.1. La secuencia paso a paso, para llevar a cabo el examen al equipo.
  - 6.2.4.2. La descripción de los utensilios, materiales, accesorios y características de los aparatos e instrumentos (con certificados vigentes de calibración), a ser utilizados en la práctica de los exámenes.
  - 6.2.4.3. El dibujo del equipo (con indicación gráfica de las zonas y/o puntos a inspeccionar, cuando sea necesario).
  - 6.2.4.4. El nombre del personal designado por el Gobierno del Distrito Federal para desarrollar y aplicar los exámenes y capacitación recibida para dichos trabajos.
  - 6.2.4.5. Los criterios para aceptar o rechazar los resultados obtenidos y que servirán de base para indicar si los exámenes practicados fueron o no satisfactorios.
  - 6.2.4.6. El código o norma utilizado como referencia para realizar el examen.
  - 6.2.4.7. Las medidas de seguridad a implementarse, cuando aplique.
- 6.3. Expediente de integridad mecánica. Para acceder a esta opción, el Gobierno del Distrito Federal debe contar con un sistema de administración de la seguridad dirigido a los equipos que tenga elementos aplicables entre otros, a la integridad mecánica.
  - 6.3.1. El sistema de administración de la seguridad dirigido a los equipos debe estar implementado de tal manera que se pueda demostrar, con evidencias, que se cubren al menos los aspectos siguientes:
    - 6.3.1.1. Mantenimiento.
    - 6.3.1.2. Reparaciones o modificaciones;
    - 6.3.1.3. Revisiones;
    - 6.3.1.4. Operación;
    - 6.3.1.5. Planes de emergencia;
    - 6.3.1.6. Análisis de riesgos;
    - 6.3.1.7. Documentación y registros.

- 6.3.2. El sistema de administración de la seguridad dirigido a los equipos debe estar instrumentado, básicamente, en forma de procedimientos o instructivos escritos y aprobados por los responsables técnicos operativos de los equipos y por el representante del Gobierno del Distrito Federal, mismos que deben contemplar la generación de evidencias documentales de las actividades.
- 6.3.3. El representante del Gobierno del Distrito Federal debe presentar, anexo al formato que para el caso señale la Secretaría de Trabajo y Previsión Social, una descripción resumida del sistema de administración de la seguridad dirigido a los equipos y explicar cómo su implementación provee un grado de confianza aceptable para la operación segura del equipo.
- 6.3.4. En la descripción a que se refiere el subpárrafo 6.3.3 se deben considerar al menos, los puntos siguientes, además de incluir la descripción del objetivo del sistema de administración de la seguridad dirigido a los equipos:
  - 6.3.4.1. Mantenimiento: programas, procedimientos aplicables, la capacitación o calificación mínima del personal (incluyendo al que efectúe reparaciones) y el registro de las actividades.
  - 6.3.4.2. Revisión en servicio: Programas, métodos y procedimientos de inspección, calificación mínima del personal operador y evaluador, criterios de aceptación y rechazo y el registro de las actividades.
  - 6.3.4.3. Modificaciones a los equipos: con la descripción del tipo de control administrativo y técnico (revisión y aprobación) que se ejerce para efectuar modificaciones al equipo y su registro de actividades.
  - 6.3.4.4. Operación: Procedimientos aplicables, descripción de actividades en caso de una emergencia (incluyendo medios disponibles para mitigar los efectos), las pruebas periódicas (a todo el equipo o sus partes, según aplique), calibración de los instrumentos de medición, la capacitación del personal y el registro de las actividades.

6.3.4.5. Documentación y registros: con la descripción de cómo se asegura que se usan documentos actualizados en las actividades de mantenimiento, operación y revisión, la forma en que se asegura que se generan sistemáticamente registros de las actividades citadas, así como el manejo de los registros.

6.3.5. El representante del Gobierno del Distrito Federal debe exhibir en la inspección correspondiente, un expediente de integridad mecánica, que debe ser el resultado de la implementación del sistema de administración de la seguridad dirigido a los equipos, mediante procedimientos.

6.3.6. El expediente de integridad mecánica debe contener los documentos esenciales, que permitan conocer el estado de la integridad mecánica y operativa de cada equipo (incluyendo sus aparatos auxiliares) y dispositivos de seguridad. Este expediente debe mantenerse actualizado por toda la vida operativa del equipo.

6.3.7. En la Tabla 18 se establece la documentación mínima que debe contener el expediente de integridad mecánica de cada equipo. El Gobierno del Distrito Federal debe agregar la información que considere necesaria para evidenciar el estado del equipo.

TABLA 18 Documentos mínimos del expediente de integración mecánica de calderas.

DOCUMENTOS O REGISTROS	RECIPIENTE NUEVO	RECIPIENTE USADO
1. Índice del expediente	Aplica	Aplica
2. Formato N-20 (copia del presentado a la STPS)*	Aplica	Aplica
3 De fabricación:  3.1 Dibujo plano o documento (libro de proyecto, manual o catálogo del equipo)	Aplica	Aplica

Continúa.

DOCUMENTOS O REGISTROS	RECIPIENTE NUEVO	RECIPIENTE USADO
3.2 Fotografía o calca de datos del equipo adherida o estampada por el fabricante del equipo	Aplica	Aplica
3.3 Certificado de cumplimiento con norma o código de fabricación	Aplica	Aplica
3.4 Certificado de pruebas hidrostáticas de fábrica	Aplica	Aplica
4 Descripción breve de la operación del equipo función, riesgos inherentes y medios de control	Aplica	Aplica
5 Resumen cronológico de las revisiones y mantenimientos efectuados, congruentes con un programa que para tal efecto se tenga, debidamente registrados y documentados de esas actividades	No Aplica	Aplica
6 Resumen cronológico de las modificaciones y alteraciones efectuadas al equipo, debidamente registrados y documentados de esas actividades	No Aplica	Aplica
7 Resumen cronológico de las reparaciones que implicaron soldadura en el cuerpo sujeto a presión, debidamente registrados y documentados de esas actividades.	No Aplica	Aplica
8 Resumen de los resultados de las revisiones en servicio efectuadas debidamente registrados y documentados	No Aplica	Aplica
9 Identificación de los dispositivos de seguridad que protegen al equipo y documentación de las calibraciones	Aplica	Aplica
10 Resumen de transitorios relevantes y resultados del análisis efectuado para determinar sus consecuencias	No Aplica.	Aplica

Concluye.

\* Formato N-20. Tipo de formato, mediante el cual la Secretaría de Trabajo y Previsión Social, vigila el cumplimiento de la normatividad aplicable a calderas y recipientes sujetos a presión.

6.3.8. La documentación del expediente de integridad mecánica debe contener la información indicada en el subpárrafo C.19.s.6.3.6 de este capítulo.

6.3.9. Todos los resultados de las revisiones deben estar avalados por escrito y firmados por el responsable técnico de mantenimiento, operación o inspección, según aplique.

6.4. Prueba de funcionamiento, Los dispositivos de seguridad deben ser probados en presencia de la unidad de verificación o de la autoridad del trabajo, según aplique, para abrir a la presión de calibración en el propio equipo, o mediante simulación en un banco de pruebas, cuando por las características de operación de los equipos, por los fluidos contenidos en ellos, o por los riesgos que pudieran generarse, no sea posible efectuar la prueba en el equipo.

6.4.1. El punto de ajuste o valor de la presión de calibración del dispositivo de seguridad, debe ser mayor que la presión de operación y menor o igual que la presión de diseño del equipo.

6.4.2. Cuando el valor de la presión de calibración de los dispositivos de seguridad se encuentre por debajo del valor de la presión de operación del equipo, por encontrarse conectados en circuitos de equipos, el representante del Gobierno del Distrito Federal debe demostrar técnicamente a la autoridad del trabajo o a la Unidad Verificadora, según aplique, que los dispositivos de seguridad protegen al equipo.

6.5. Demostración documental. El representante del Gobierno del Distrito Federal debe contar con los documentos que validen la calibración, con patrones trazables de los instrumentos de medición con los que fueron ajustados o verificados los dispositivos de seguridad, con base en un programa de calibración establecido.

7. Unidades de verificación.

7.1. El Gobierno del Distrito Federal puede optar por la opción de utilizar los servicios de una Unidad Verificadora para obtener el dictamen de cumplimiento por equipo, por conjunto de equipos o de todos los equipos en funcionamiento en el centro de trabajo, que sirve, en su caso para obtener la autorización de funcionamiento o su ampliación de vigencia; o realizar los trabajos necesarios en el equipo, cuando

considere que el personal de sus estructura tiene la capacidad y experiencia necesaria, que garantice el cabal cumplimiento de la normatividad aplicable y en el funcionamiento del equipo, la seguridad del personal y área de trabajo.

7.1.1. Las unidades verificadoras, para otorgar dictamen por conjunto de equipos o de todos los equipos en funcionamiento en el centro de trabajo debe verificar:

7.1.1.1. Que todos los equipos motivo de la verificación estén relacionados en el listado no importando si requieren o no de la autorización de funcionamiento.

7.1.1.2. Que todos los equipos se encuentren en funcionamiento en el centro de trabajo, cuenten con el nombre o número de identificación asignado por la empresa.

7.1.1.3. Que los equipos que así lo requieren, cuenten con la autorización de funcionamiento.

7.1.1.4. Que todos y cada uno de los equipos que requieren de la autorización de funcionamiento, cumplan con las condiciones mínimas de seguridad indicadas en el subinciso.

7.1.1.5. Que el personal que opere o dé mantenimiento a los equipos haya sido capacitado con base en los procedimientos a que se refiere el subinciso.

7.1.1.6. Que los equipos que no requieren de la autorización de funcionamiento cuenten con las condiciones mínimas de seguridad indicadas en los subincisos.

7.1.2. Las unidades verificadoras para emitir el dictamen por equipo, deben verificar:

7.1.2.1. Para el equipo en cuestión cuente con las condiciones mínimas de seguridad a que se refiere el subinciso.

7.1.2.2. Que el equipo cuente con el nombre o número de identificación.

7.1.2.3. Que el personal que lo opere o le dé mantenimiento, haya sido capacitado con base en los procedimientos a que se refiere el subinciso.

7.1.2.4. En su caso, que el representante del Gobierno del Distrito Federal, cuente con la autorización de métodos alternativos, con la documentación correspondiente para su desarrollo y con el equipo preparado para probarlo, proporcionados por la unidad verificadora registrada ante la Entidad Mexicana de Acreditación.

7.1.2.5. Según le aplique, que el representante del Gobierno del Distrito Federal demuestre la seguridad del equipo y la confiabilidad de sus dispositivos de seguridad, proporcionados por la unidad verificadora registrada ante la Entidad Mexicana de Acreditación.

7.2. Las unidades verificadoras podrán orientar al representante del Gobierno del Distrito Federal, para el cumplimiento de las disposiciones que le apliquen, a fin de emitir el dictamen favorable de cumplimiento de todos sus equipos, dictamen favorable de cumplimiento por equipo o dictamen favorable de cumplimiento por conjunto de equipos.

t. El muestreo para calderas especificadas en esta Norma establece que todas las calderas adquiridas por el Gobierno del Distrito Federal deben ser probadas mediante:

a. Eficiencia térmica, con cualquiera de los dos métodos, directo o indirecto.

El resultado de la prueba servirá para conocer el porcentaje de calor perdido por convección y radiación a través de las paredes. Para la realización de dicha prueba, deben considerarse las siguientes condiciones del equipo.

1. La caldera debe probarse a su máxima capacidad.
2. La presión de prueba de la caldera debe ser la presión normal de operación y debe permanecer constante (5%).
3. La caldera a probar no debe estar afectada por otros equipos.
4. Durante las pruebas no se deben realizar purgas.
5. No debe haber fugas de gases de combustión ni infiltraciones de aire.
6. El monóxido de carbono en los gases de combustión no debe ser mayor de  $200 \text{ cm}^3/\text{m}^3$
7. Las variables a medir son:



- 7.1. Temperatura de gases de combustión a la salida del equipo.
- 7.2. Concentración de oxígeno en gases de combustión (base seca).
- 7.3. Concentración de monóxido de carbono en gases de combustión (base seca).
- 7.4. Temperatura de la cubierta externa de la caldera.

C.20. Los compresores, de acuerdo a la clasificación, deben cumplir con las siguientes características de calidad:

a. Compresor de desplazamiento positivo:

- 1. Compresor tipo reciprocante: Este compresor es una máquina que funciona en dos tiempos de émbolo y cilindro con válvula de admisión y descarga. Ver Figura 20.

En el primer tiempo debe abrir la válvula de admisión a la vez que retrocede el émbolo al punto muerto anterior, durante el segundo tiempo, la válvula de admisión debe cerrarse, el émbolo debe avanzar al punto muerto posterior, realizando la compresión y se abre la válvula de escape. En este tipo de compresor, el émbolo funciona mediante un mecanismo de biela, manivela y corredera. Los compresores reciprocantes pueden ser:

- 1.1. De un paso. Cuando exclusivamente un extremo del émbolo actúa como compresor. Este compresor toma fluido de la atmósfera o de un recipiente, lo comprime con el avance del émbolo y lo descarga a la presión que haya logrado en ese avance, alcanzando una presión máxima de 1,08 MPa (11 kgf/cm<sup>2</sup>).
- 1.2. De doble acción. Cuando ambos extremos del émbolo actúan como compresor y tiene el doble de capacidad que el de acción simple en cuanto a volumen comprimido. Generalmente, los compresores se fabrican de dos pasos; uno de compresión y otro de recompresión. En casos especiales se fabrican compresores de 4 a 6 pasos, cuando se requieren muy altas presiones, alcanzando una presión de 3,43 MPa (35 kgf/cm<sup>2</sup>).
- 1.3. De uno a múltiples pasos. Atendiendo al método que emplea la máquina para elevar la presión del fluido. Este compresor toma el fluido de la atmósfera o de un recipiente, lo comprime con el avance del émbolo y lo descarga a la válvula de admisión de un cilindro de mayor presión, el cual re comprime el fluido

descargándolo a esa presión o bien a un tercer paso de compresión y así sucesivamente; los cilindros de recompresión deben estar diseñados de tal manera que sus volúmenes sean inversamente proporcionales a las presiones de entrada del fluido a ellos. La presión máxima que puede alcanzar este tipo de compresor depende del número de pasos; pero su presión mínima debe ser 17 MPa. (175 kgf/cm<sup>2</sup>).

1.4. El compresor tipo reciprocante puede variar su presión de descarga entre 0,55 MPa (5,6 kgf/cm<sup>2</sup>) y 240 MPa (2450 kgf/cm<sup>2</sup>) y sus volúmenes entre 3,4 y 170 000 m<sup>3</sup>/h; por tal motivo debe contar con un tanque ubicado entre el compresor y la red de distribución del fluido comprimido.

1.5. Atendiendo al arreglo de mecanismo biela, manivela, corredera, émbolo y cilindro, los compresores pueden dividirse en:

5.1. Acción simple

5.1.1. Horizontal.

5.1.2. Horizontal de émbolo.

5.1.3. Horizontal en paralelo.

5.1.4. Horizontal en línea.

5.1.5. Tipo V o Y.

5.1.6. Vertical.

5.1.7. Vertical de émbolo.

5.1.8. Vertical en línea.

5.2. Doble acción en ángulo o tipo L.

5.2.1 Tipo V o Y.

5.2.2 Semi radial.

5.2.3 Doble en paralelo con motor incluido.

5.2.4 Doble de cuatro esquinas con motor incluido.

5.2.5 Cuádruple de cuatro esquinas.

1.6. los compresores de tipo reciprocante pueden ser enfriados por aire o agua, en el primer caso, con aletas de radiación, y en el segundo, con camisa para circulación de agua.

1.7. Para evitar la pulsación excesiva en la presión de succión y de descarga por el movimiento reciprocante del pistón, el compresor debe contar con amortiguadores de pulsación lo más cercano al compresor.

2. El compresor rotatorio como otra forma de compresor del tipo desplazamiento positivo puede ser a su vez:

2.1 Tipo abanico deslizante.-En este tipo de compresor Figura 21, el fluido debe ser atrapado entre las aspas del abanico cuando el rotor pase por la abertura de admisión. Al continuar la rotación, debido al montaje excéntrico del rotor respecto al estator, el volumen en el cual el fluido quedó atrapado debe reducirse. La presión del fluido debe aumentar, hasta llegar a la abertura de descarga donde debe ser liberado.

Este compresor debe ser enfriado por radiación a la atmósfera o por circulación de agua o aceite; en las camisas de enfriamiento.

Para bajas presiones, hasta 0,34MPa (3,5 kg/cm<sup>2</sup>) se fabrica en un paso. Para presiones mayores, hasta 0,69 MPa (7 kg/ cm<sup>2</sup>) máximo, se fabrican en dos pasos con rotor común en arreglo serie y estator bipartido con cabezales independientes para su fácil reparación y mantenimiento

Los compresores de este tipo deben ser capaces de manejar volúmenes que varíen de un m<sup>3</sup> / h a 0 mm de mercurio (cuando operan como bombas de vacío) hasta 8 500 m<sup>3</sup> /h, descargando a 0,69 MPa (7 kg/cm<sup>2</sup> ).

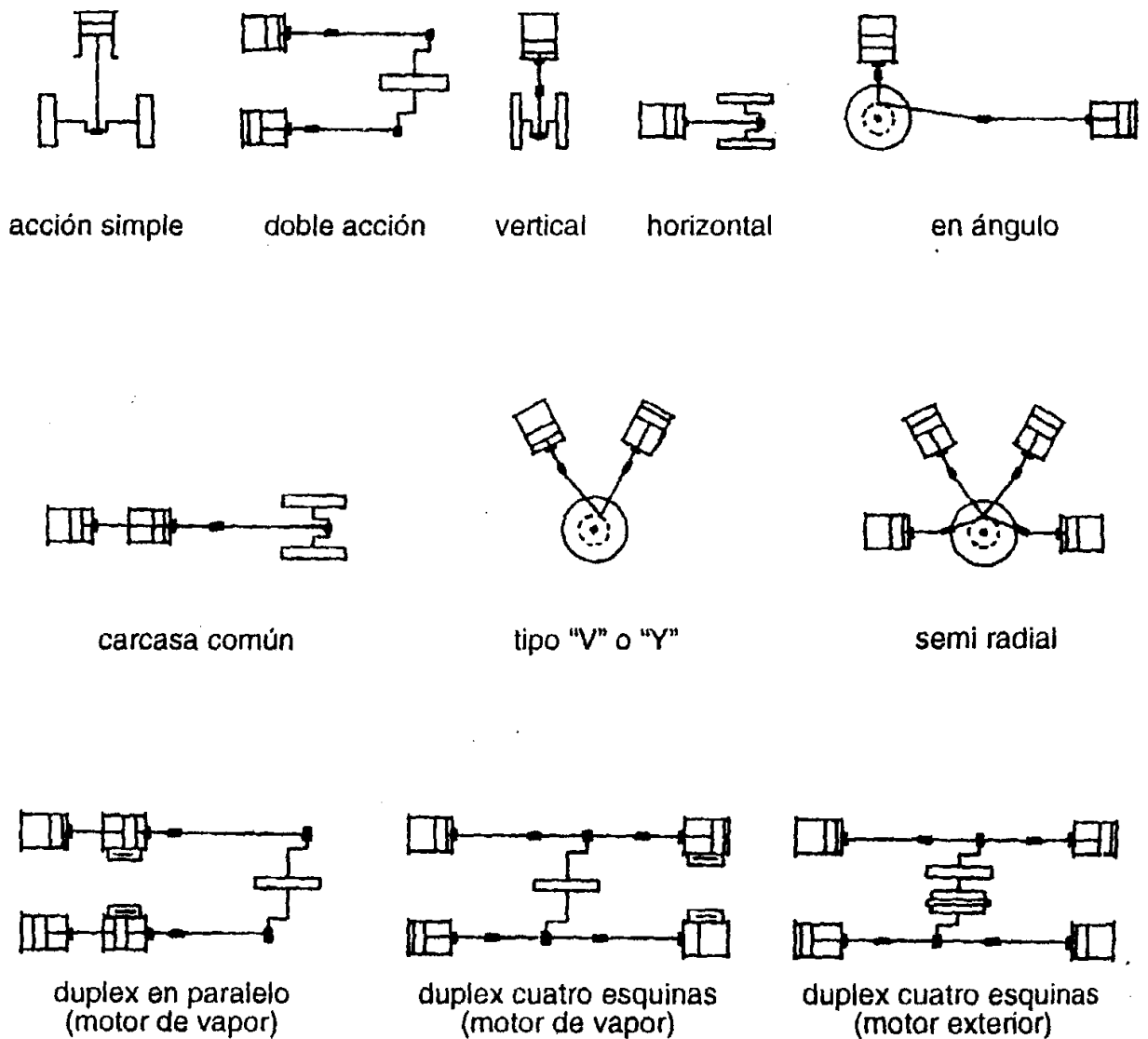


FIGURA 20. Clasificación de los compresores recíprocos.

Este tipo de compresor debe producir vacío seccionado fluidos o mantener una presión fija con un gasto fijo en operación continua; debe manejar cualquier tipo de fluido compresible siempre y cuando sea limpio, gas, vapor o mezcla, cuidando exclusivamente que los materiales de construcción del compresor sean los apropiados para manejar el fluido de que se trate.

Proceso de admisión, compresión y descarga.

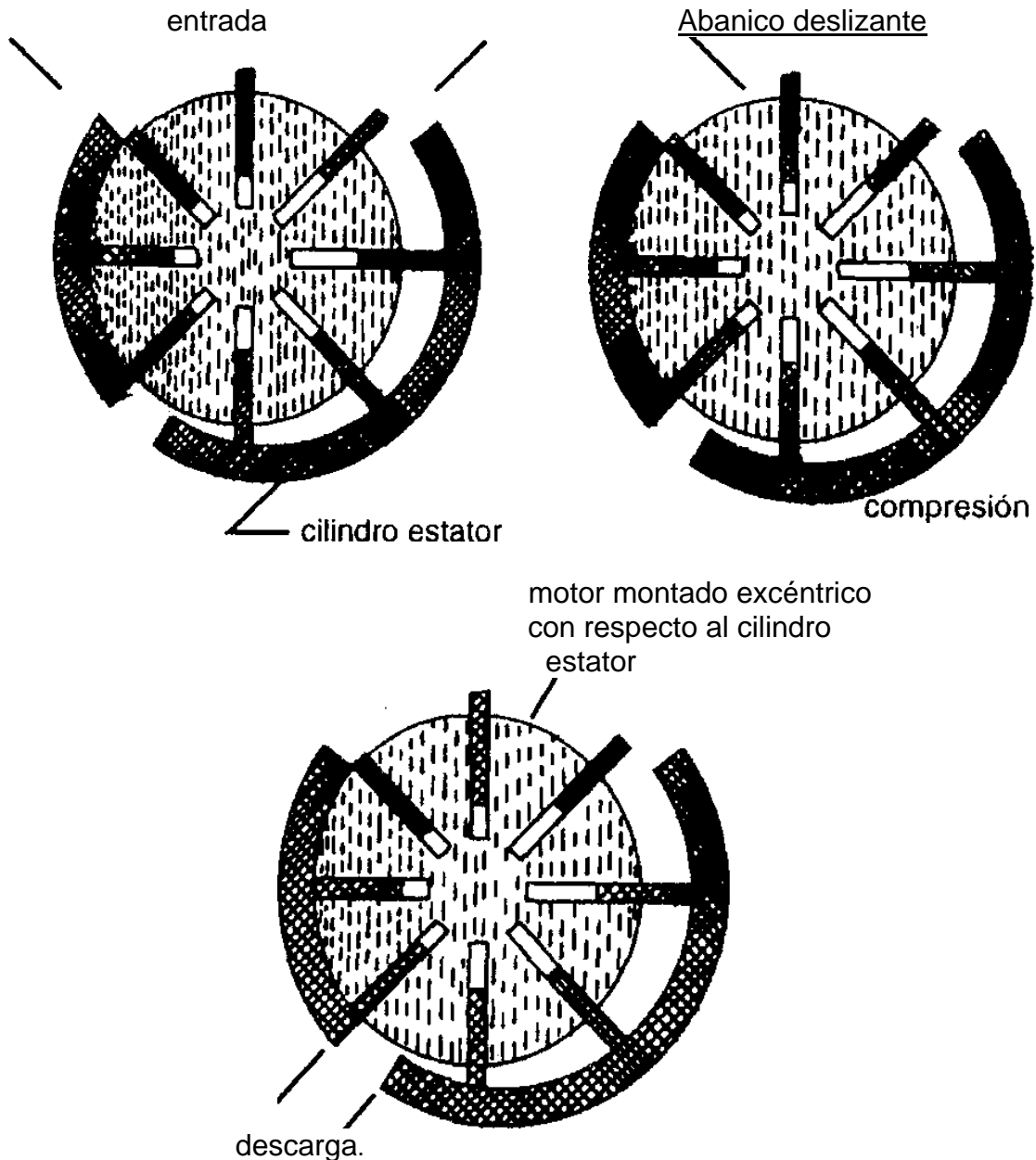


FIGURA 21. Compresor rotatorio tipo abanico deslizante.

- 2.2. Tipo de lóbulos. En este tipo de compresor rotatorio, el fluido debe quedar atrapado entre dos o más rotores sujetos entre sí en una relación fija. La rotación de estos impulsores debe reducir el volumen del fluido que quedó atrapado, produciendo un aumento de presión en él y liberándolo de esa presión cuando los rotores pasan por el orificio de descarga. Este tipo de compresores, generalmente se construyen de 2 ó 3 lóbulos.

Las presiones que se logran en este tipo de compresores puede variar de 0,014 MPa (0,14 kg /cm<sup>2</sup>) a 0,14 MPa (1,4 kg /cm<sup>2</sup>). Los volúmenes del fluido que pueden llegar a manejar pueden variar de 8,5 a 85 000 m<sup>3</sup> / h.

Este tipo de compresor debe estar diseñado para manejo de aire en volúmenes considerables, operación continua y baja presión de descarga Ver figura 22.

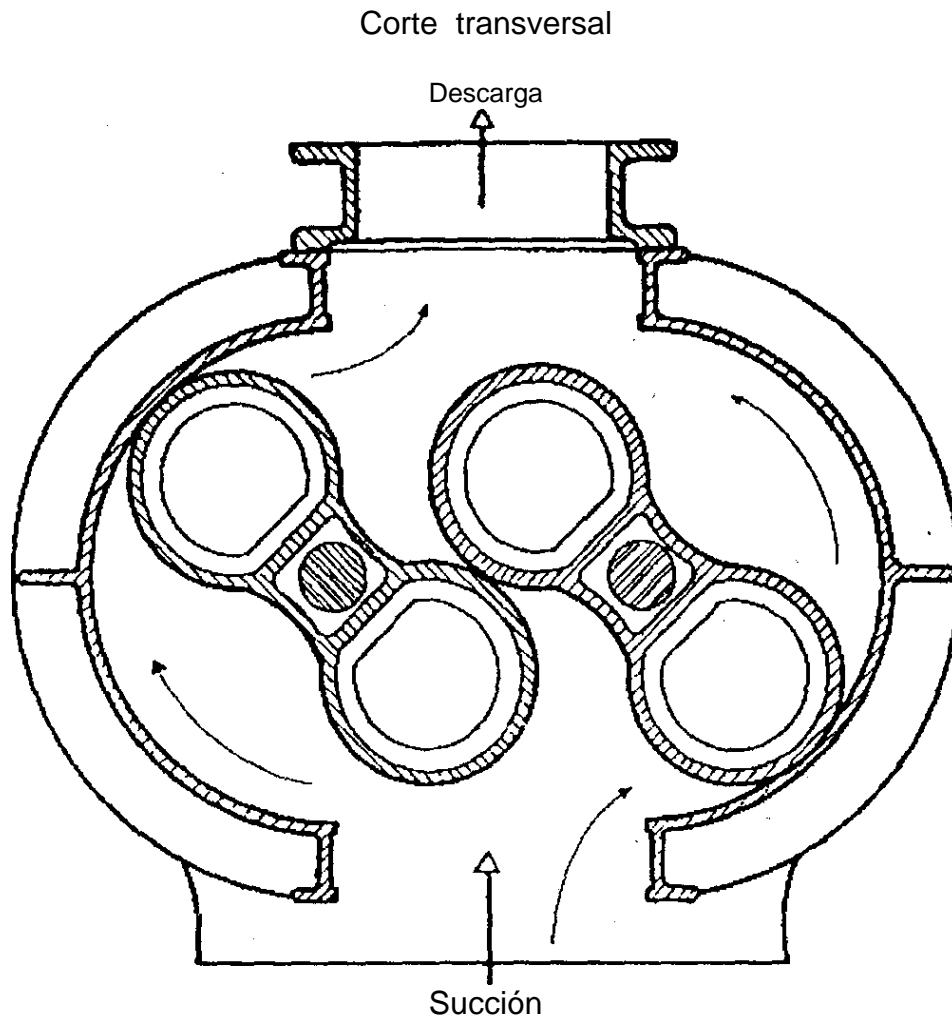


FIGURA 22. Compresor rotatorio tipo de lóbulos de dos impulsores.

2.3. Tipos de pistón líquido.-Este tipo de compresor formado por un rotor de múltiples aspas, que gira en una carcasa de forma elíptica concéntrica al rotor, parcialmente llena generalmente de agua, al girar forman pequeños recipientes de líquido entre las aspas y las tapas del estator; el líquido debe seguir los contornos del estator, alternativamente saliendo y entrando en los espacios de las aspas, según estas pasen por el diámetro mayor o el menor de la elipse envolvente. Esto debe ocurrir dos veces por revolución. Cuando el líquido se aleja del rotor, el compresor debe admitir al fluido compresible y cuando regresa a llenar los espacios entre aspas,

debe comprimir al fluido hasta cierto punto, donde se descarga antes de que el líquido haya llenado totalmente el espacio entre aspas.

2.3.1. La máxima capacidad en volumen de este tipo de compresor es de  $8\,500\text{ m}^3/\text{h}$ . En compresores de un paso se pueden alcanzar hasta  $0,49\text{ MPa}$  ( $5\text{ kg/cm}^2$ ); con dos o cuatro pasos se pueden lograr presiones mayores de descarga hasta  $1,08\text{ MPa}$  ( $11\text{ kg/cm}^2$ ). Trabajando como bombas de vacío pueden alcanzar hasta  $0,03\text{ mm}$  de mercurio en presión y volúmenes de  $1\,500\text{ m}^3/\text{h}$ .

2.3.2. El compresor tipo de pistón líquido debe fabricarse encamisado con circulación de agua fría para evitar condensación en las líneas Ver Figura 23

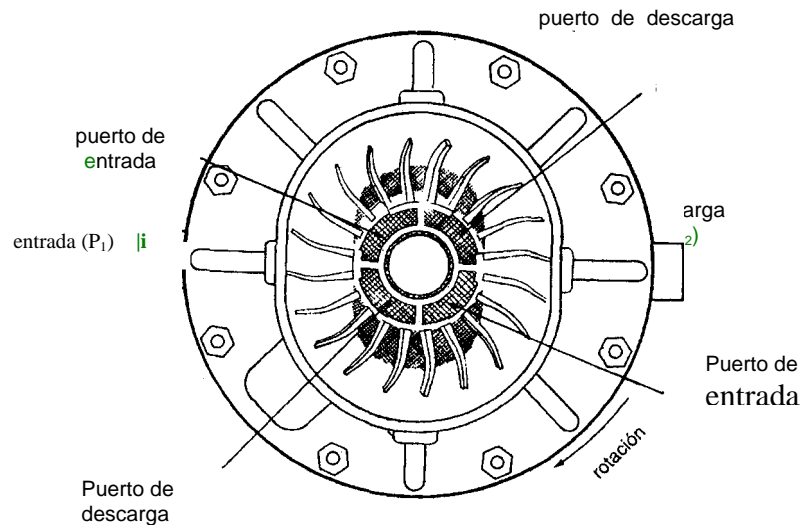


FIGURA 23. Compresor rotatorio de tipo pistón líquido.

b. El compresor de tipo dinámico, puede ser:

1. Compresor centrífugo de flujo radial. Este compresor centrífugo emplea elementos rotatorios que aceleran el fluido radialmente, esta velocidad se convierte en presión estática por medio de difusores, es decir la presión debe ser mayor en la sección de mayor diámetro. Los compresores centrífugos deben admitir el fluido por el centro del rodete y acelerar el fluido radialmente hacia fuera, en un plano perpendicular a la dirección de entrada del fluido. Parte del aumento de presión estática debe ocurrir en el impulsor, pero el mayor incremento en presión debe producirse en la sección del difusor alojado en el estator, es ahí donde la velocidad se debe convertir en presión estática y además:

- 1.1. Cada grupo de impulsor – difusor debe constituirse en un paso del compresor. El compresor centrífugo se fabrican desde 1 hasta 12

pasos. En casos especiales puede fabricarse de más pasos, aunque no es recomendable hacerlos de más de 16. El número de pasos empleados debe ser proporcional a la presión final.

La relación de compresión en este tipo de compresores debe ser la relación de la presión absoluta de descarga respecto a la presión absoluta de entrada del fluido.

- 1.2. La presión en la descarga de este compresor es prácticamente constante en un amplio rango de capacidades.

Los compresores de múltiples pasos tienen capacidades que pueden variar entre los 850 y 275 000 m<sup>3</sup>/h y alcanzan presiones de hasta 34,3 MPa (350 kg/cm<sup>2</sup>), estando limitada la relación de compresión a 10.

Aplicaciones: Las aplicaciones de estos compresores son casi nulas en gases, vapores y mezclas. Debe tenerse en cuenta que la relación presión – temperatura no produzca volúmenes de condensados de importancia.

- 1.3. Este tipo de compresor es ideal para manejo de grandes volúmenes de aire a presión del orden de 0,69 a 2MPa (7 a 21 kg/cm<sup>2</sup>). Ver Figura 24.

2. El compresor de flujo axial debe acelerar el fluido en una dirección, generalmente paralela al eje de los elementos rotatorios. El incremento de presión solicitado a este compresor, debe producirse mediante aceleración a través de los diferentes pasos, cada paso consiste en pares de discos con aspas (álabes), uno de esos discos debe ser móvil acoplado a la flecha del motor y el otro estático acoplado al estator. La rotación de las álaves producida por un motor deben forzar al fluido a través de las álaves fijas, cambiando de dirección al fluido para que incida, normalmente al plano del siguiente álabe móvil.

El espacio entre estator y rotor debe disminuir en el sentido del avance del fluido y además:



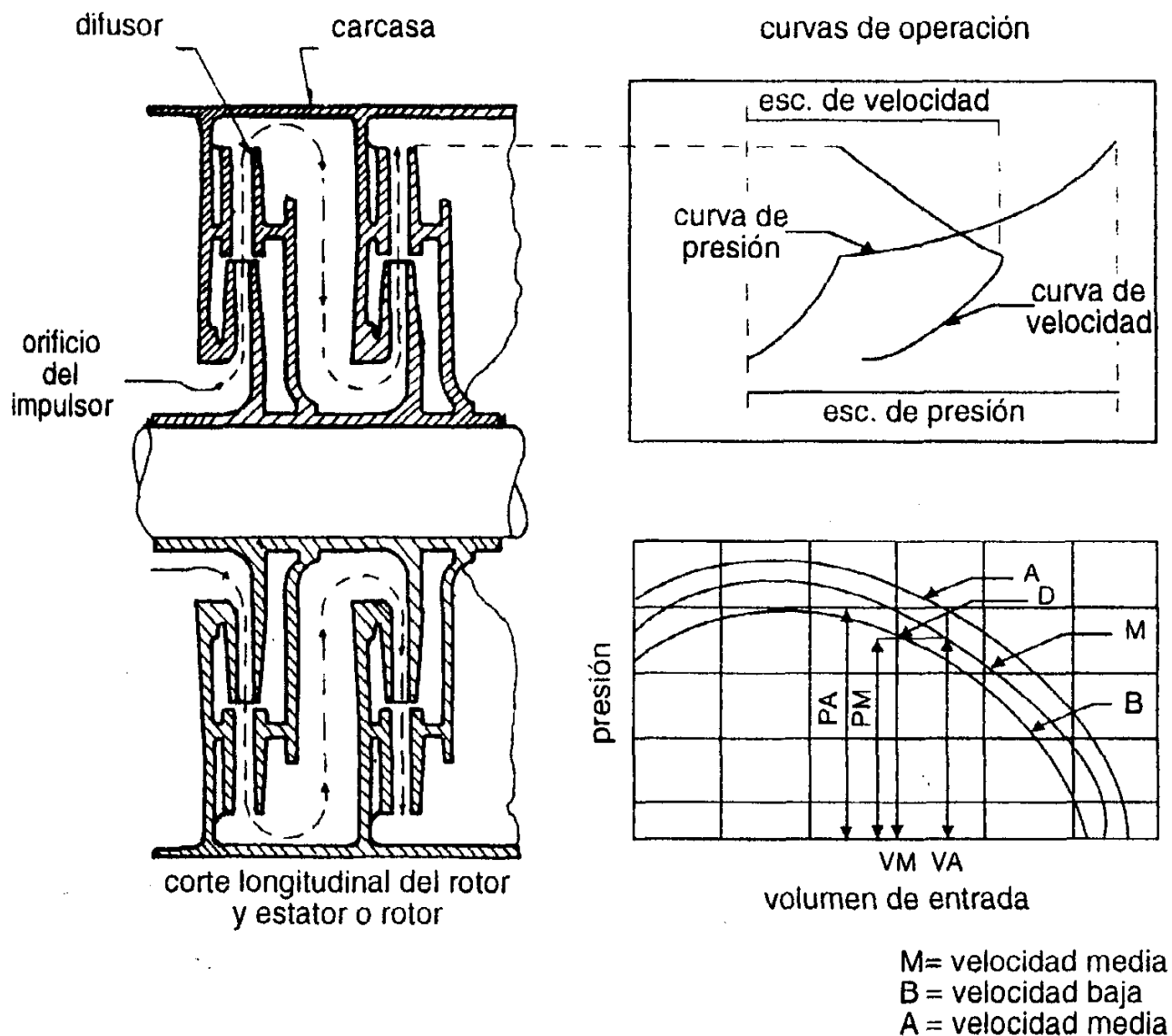


FIGURA 24. Compresor centrífugo de flujo radial.

2.1 La capacidad en producción de fluido de este compresor, puede variar de 1,19 m<sup>3</sup>/h a más de 170 000 m<sup>3</sup>/h y las presiones de descarga pueden ser menores de 0,07 a 1,08 MPa (0,17 a 11 kg/cm<sup>2</sup>). Ver Figura 25.

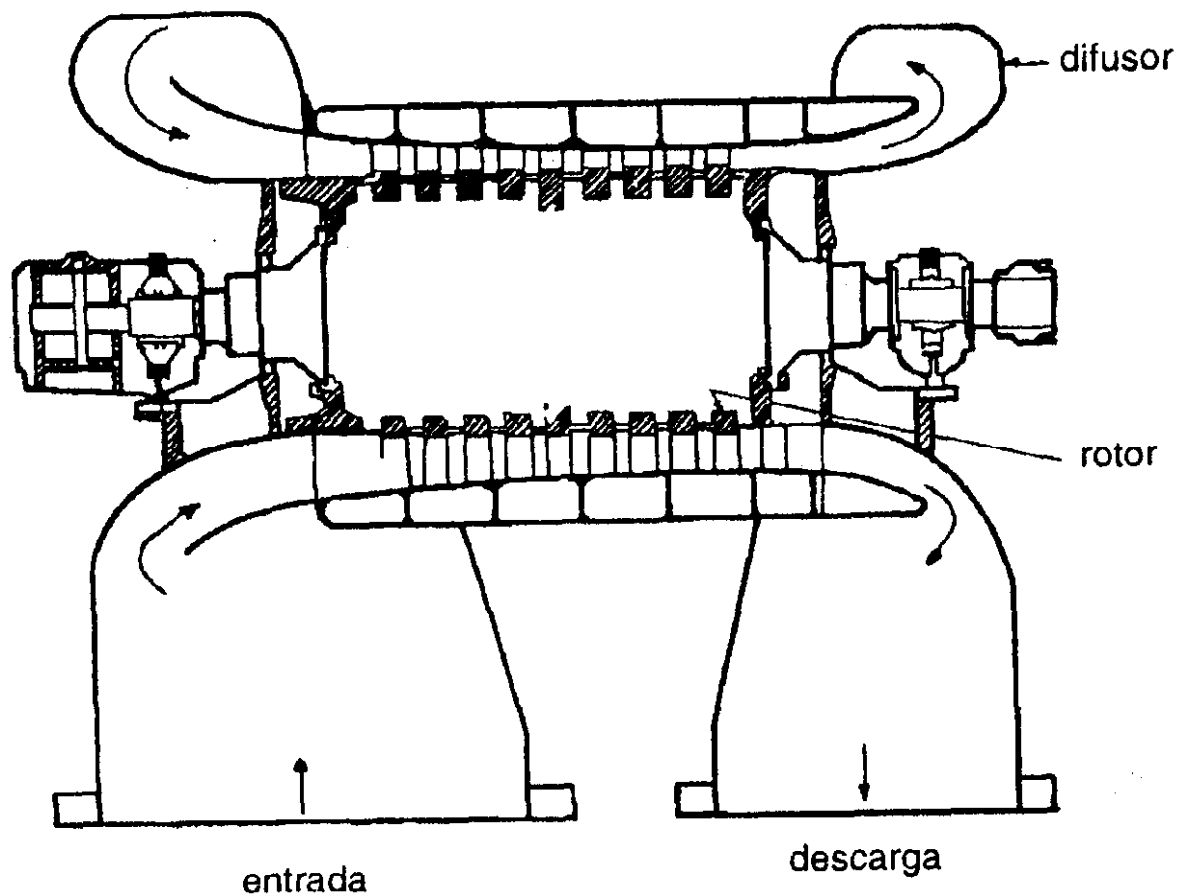


FIGURA 25. Compresor de flujo axial.

3. El compresor de chorro puede ser considerado como un venturi, ya que se inyecta el fluido por medio de aire comprimido a vapor y por efecto del venturi, secciona el fluido por atrás de la tobera, la acelera a través del cuello del venturi y lo expulsa a mayor presión que la que tenía el fluido. Las toberas pueden ser sencillas o con deflectores de dos a seis pasos. El mayor número de pasos en este compresor, debe producir mayor presión de aire comprimido; por lo que:
  - 3.1. Este tipo de compresor generalmente se le emplea como soplador de aire o extractor de gases en tanques.
  - 3.2. La capacidad de este compresor puede variar de 18 m<sup>3</sup>/h hasta 49 300 m<sup>3</sup>/h y las presiones de descarga del fluido, pueden variar de 25 mm de columna de agua, hasta 1750 mm de columna de agua.

- 3.3. En este tipo de compresor debe tenerse en cuenta que tanto la presión como el volumen del fluido a comprimir están en función de la presión y gasto del fluido de alta presión que descarga por la tobera, por lo que debe indicarse que:
- 3.3.1. Para aire comprimido la presión puede variar de 0,098 a 0,82 MPa (1 a 8,4 kg/cm<sup>2</sup>) y los gastos producidos por hora, varían de 5 a 2 960 kg. Este tipo de compresor debe estar diseñado para mejorar gases, vapores o mezclas hasta 623K (350°C)
- 3.4. Las características de este tipo de compresor deben ser proporcionados por el fabricante, pero es indicado en presiones de hasta 1750 mm de agua, por lo que se recomienda para un funcionamiento óptimo y que no se demerite su calidad, que la descarga sea a presión atmosférica o tenga escasa contrapresión y que las pérdidas por fricción en tuberías de descarga sean mínimas.
- c. La eficiencia de un compresor determina la calidad de éste, cuando previo al funcionamiento o puesta en operación del equipo se ha tenido especial cuidado en seleccionar al compresor más apropiado que satisfaga los requerimientos del servicio, por lo que a manera enunciativa no limitativa se indica en la Tabla 19 y la Figura 26 la eficiencia de un compresor reciprocante y de un compresor centrífugo, respectivamente.

Tabla 19. Eficiencia de un compresor reciprocante.

Relación de compresión.	Eficiencia de compresor. *
1,1	50 – 60
1,2	60 – 70
1,3	65 – 80
1,5	70 – 85
2,0	75 – 88
2,5	80 – 89
3,0	82 – 90
4,0	85 – 90
* Accionado con motor de combustión interna Accionado con motor eléctrico multiplicar por 0,95.	

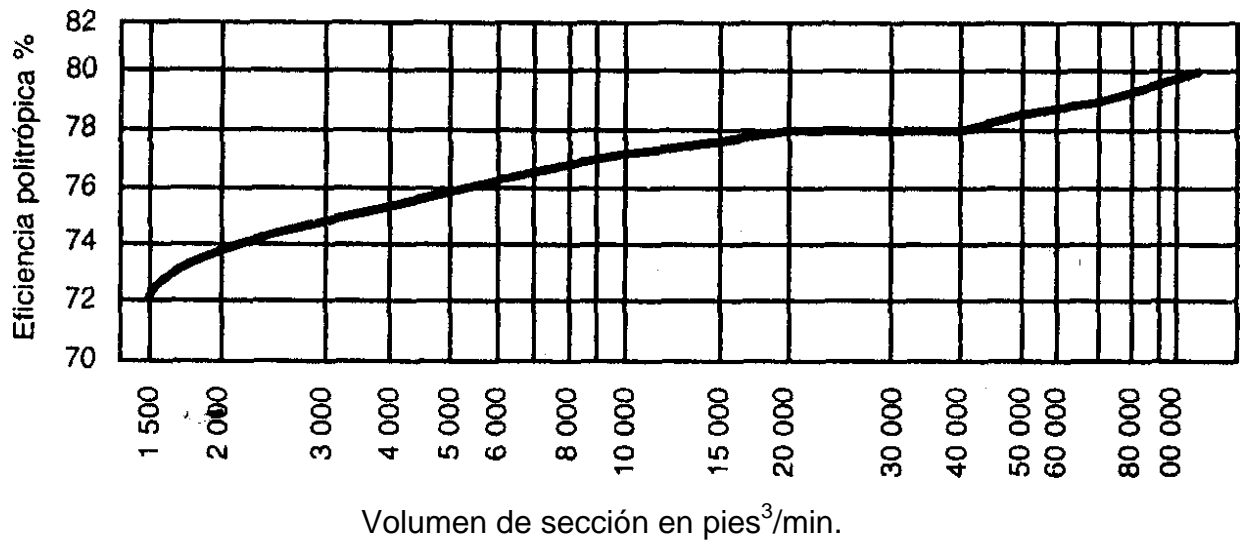


FIGURA 26. Eficiencia de un compresor centrífugo.

d. Los tipos de control para compresores pueden estar:

1. Operando sobre la máquina motriz:

- 1.1. Con control automático de presión para arranque y paro instantáneo, cuando se trate de motor eléctrico.
- 1.2. Control de velocidad variable. Este control debe enviar señales desde la descarga del compresor o tanque receptor, a un mecanismo de gobierno de la máquina motriz; la velocidad de la máquina motriz debe variar desde un límite mínimo, a la máxima de operación del compresor o de sí misma.

Los controles de velocidad variable son aplicables a máquinas de vapor, turbinas a gas, máquinas de combustión interna y motores de corriente continua; aunque estos últimos no son muy usuales.

2 Operando sobre el compresor. Este tipo de control se le conoce como control de velocidad constante, ya que el motor se mantiene a una velocidad fija, mediante un regulador independiente de velocidad y puede ser:

2.1. Tipo plena capacidad, cero capacidad.

Este tipo de control debe permitir que el compresor entregue toda su capacidad al sistema durante la demanda, y descargar a la atmósfera o recircular dentro del compresor sin aportar nada al sistema cuando cesa la demanda.

## 2.2. Tipo por pasos.

Este control como una variante del anterior, puede entregar al sistema el 100% de su capacidad a máxima demanda e ir variando, la capacidad entregada al sistema en 75, 50, 25 y 0%, al mismo tiempo que aumenta en la misma proporción la capacidad que descarga a la atmósfera o recircula en el compresor.

## 2.3. Tipo modulación.

Este tipo de control es una variante del control por pasos; la variación de máxima demanda, durante la cual el compresor debe entregar al sistema el 100% de su capacidad, a cero demanda en donde entrega 0% de su capacidad al sistema y descarga o recircula el 100% debe ocurrir de una manera gradual y no por pasos fijos en porcentaje y debe cambiar en cualquier instante de capacidad creciente a decreciente o viceversa, según el sistema lo demande

### e. La protección usual que un compresor debe tener es:

1. Válvula de seguridad a la descarga del compresor, cuando sea de un paso; o a la descarga de cada paso, si es de múltiples.
2. Válvula de seguridad en el tanque receptor, calibrada para abrir cuando se tenga un 10% mayor que la presión nominal de descarga del compresor.
3. Dos válvulas de seguridad en la tubería de descarga del compresor, cada una con capacidad para manejar el 100% de la capacidad del mismo. La primera (en el sentido del flujo) calibrada un 10% mayor que la presión nominal de descarga del compresor, y la segunda, de (0,21 a 0,7 kgf/cm<sup>2</sup>) más que la primera. Estas válvulas deben accionar manualmente.
4. Paro automático del compresor por sobrecalentamiento del fluido a la descarga.
5. Paro automático del compresor por sobrecalentamiento en rodamientos.
6. Paro automático del compresor por sobrecalentamiento en fluido lubricante o de enfriamiento.
7. Paro automático por exceso de vibración.
8. Paro automático por sobrecalentamiento del fluido comprimido en el inter enfriador.
9. Paro automático por sobrepresión a la descarga o en algún paso intermedio.
10. Paro automático por baja presión del fluido lubricante o refrigerante.

11. Paro automático por alto nivel de condensados en inter o post enfriadores;
  12. Cuando el compresor esté accionado por máquinas de vapor o turbinas de gas, se debe contar con las protecciones propias de estos equipos.
  13. Cuando el compresor esté accionado por motor eléctrico, se debe contar con arrancadores y protecciones indicadas para éste.
  14. El tamaño e importancia de la estación compresora debe determinar el uso de registradores, controladores, alarmas, tableros anunciadores e instrumentos de detecciones locales, tales como manómetros, termómetros, entre otros.
  15. El tipo, tamaño y uso de la estación compresora, la cantidad, uso y localización de los equipos y controles de protección.
- f. El compresor debe llevar como garantía de eficiencia de compresión, una placa de material no oxidable, atornillada, remachada, soldada o pegada firmemente en un lugar visible. Dicha placa debe contener la siguiente información:
1. Nombre del fabricante.
  2. Tipo de compresor.
  3. Modelo.
  4. Año de fabricación.
  5. Número de serie.
  6. Presión máxima.
  7. Presión promedio.
  8. Eficiencia en %.
  9. Tipo de energía o combustible que usa.
  10. Leyenda de "Hecho en México" o país de procedencia.
  11. Consumo de combustible o de energía.
  12. Factor de carga.
- g. Las pruebas a las que se debe someter cualquier compresor son las siguientes:
1. Eficiencia isotérmica.
  2. Eficiencia adiabática.
  3. Eficiencia mecánica.
  4. Eficiencia politrópica.

NOTA: En ningún caso los valores obtenidos de estas eficiencias presentadas en los compresores en operación, deben ser menores a las señaladas en los manuales del fabricante.

5. En las hojas de datos se debe especificar cual de los siguientes pruebas, además de las indicadas en los subincisos a hasta d, deben efectuarse con o sin testigos según lo determine el representante del Gobierno del Distrito Federal:

1. Compresión máxima.
2. Funcionamiento.
3. Inspección de fábrica.

NOTA: La aceptación de cualquiera de las pruebas anteriores no releva al fabricante, contratista o proveedor, con el que el Gobierno del Distrito Federal tenga relación contractual, de la responsabilidad del funcionamiento del equipo en el sitio de operación, de acuerdo con las especificaciones indicadas en la hoja de datos.

6. El contratista debe preparar los resultados de las pruebas, incluyendo las curvas de operación certificadas por un tercero, cuando el representante del Gobierno del Distrito Federal así lo determine.
7. Cuando se especifique la prueba de funcionamiento, debe efectuarse en condiciones de capacidad máxima a la velocidad del punto de garantía y a las condiciones de operación reales.
8. El contratista debe proporcionar por escrito las tolerancias de operación del equipo compresor, a las condiciones nominales.
9. Cuando se especifique, el contratista debe incluir los resultados de las amplitudes de vibración durante la prueba de funcionamiento del compresor, a diferentes velocidades, para que el representante del Gobierno del Distrito Federal dé su aprobación.
10. El Gobierno del Distrito Federal se reserva el derecho de solicitar y atestiguar cualquier prueba.
11. Si así lo considera el representante del Gobierno del Distrito Federal, después de efectuar las pruebas de funcionamiento por el contratista, se deben efectuar las pruebas de inspección mecánica.

- h. Para este tipo de equipos, la base de aceptación sólo permite que los resultados de las pruebas a las que se sometan, deben ser cien por ciento satisfactorios; es decir dentro de las tolerancias indicadas por el contratista. En la inspección de operación, la presión no debe ser mayor a la presión de calibración de los instrumentos y piezas especiales.

C.21. Grúa viajera. Al establecerse los requisitos de calidad que debe tener la grúa viajera, no pueden verificarse estos requisitos como un todo, sino por cada una de las partes que la componen; por lo tanto, los requisitos de calidad se señalarán para los mecanismos de levante y desplazamiento, posteriormente de la estructura metálica en el puente, bipuente o multipuentes y demás accesorios de control.

La grúa viajera esta compuesta de malacates o polipastos accionados por motores y reductores de velocidad, cables, estructura metálica, accesorios para desplazamientos, controles y cabina de operador. Por lo que en este capítulo se señalaran los requisitos más importantes que definan la calidad de la grúa viajera.

Todo malacate o polipasto debe contar con la constancia de certificación de producto, El laboratorio que extienda el certificado de calidad debe estar acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA). Los elementos de levante y desplazamiento horizontal son del tipo eléctrico, tales como:

- a. Malacates de accionamiento motorizado. Dispositivo de elevación y tracción que mediante la energía transmitida a un reductor de velocidad, ejerce una fuerza sobre un cable sujeto a un tambor de enrollamiento. La energía con la cual acciona el motor puede ser: eléctrica o mecánica (motor de combustión interna), con transmisión de fuerza eléctrica, mecánica, hidráulica o neumática. Estos malacates se identifican por el tipo de reducción, ya sea a través de:
  - 1. Poleas y bandas.
  - 2. Engranajes.
  - 3. Los datos de placa del malacate, deben contener cuando menos:
    - 3.1. Capacidad de la fuerza mecánica de utilización en kilogramos.
    - 3.2. Potencia del motor en kilowatts.
    - 3.3. Velocidad de elevación en metros por minuto.
    - 3.4. Longitud del cable en metros.
    - 3.5. Tipo: eléctrico o mecánico (con su tipo de transmisión de fuerza eléctrica, hidráulica, neumática o mecánica).
    - 3.6. Diámetro del cable en milímetros.
    - 3.7. Carga mínima de ruptura en toneladas.



4. El motor debe tener en su placa los siguientes datos:
  - 4.1. Potencia en kilowatts.
  - 4.2. Revoluciones por minuto.
  - 4.3. Tensión en volts.
  - 4.4. Fases.
  - 4.5. Frecuencia de operación.
  - 4.6. Temperatura de operación.
  - 4.7. Diagrama de conexión.
  - 4.8. Eficiencia.
5. Para el caso del grupo hidráulico, además debe indicarse:
  - 5.1. Gasto de la bomba hidráulica en litros por minuto.
  - 5.2. Presión máxima de operación en kilo pascuales.
  - 5.3. Capacidad del tanque del sistema hidráulico en litros.
6. El malacate de accionamiento motorizado cuyo cable se enrolla en un tambor, emplea una fuerza máxima de utilización que es la fuerza nominal con la que trabaja u opera un malacate en sus condiciones de operación normal. Esta fuerza se aplica directamente en el gancho, misma que corresponde a la del ramal que se enrolla en el tambor.
7. El coeficiente de seguridad empleado en la ruptura de cualquiera de los elementos sometidos a la fuerza estática, debe ser como mínimo 5; y el coeficiente de trabajo bajo la misma fuerza nominal estática para cada uno de los componentes de esos elementos, debe ser superior a la quinta parte del coeficiente de trabajo del material constitutivo.
8. El diámetro del tambor en milímetros no debe ser menor del valor expresado en la siguiente fórmula:
$$D = 2,9 \sqrt{F} \text{ en kilogramos fuerza.}$$
9. Todos los malacates del tipo mecánico, deben contar con un dispositivo de freno que pueda inmovilizar al tambor cuando así se requiera.
10. El cable empleado para el izaje debe tener un factor de seguridad de 5 como valor mínimo.

11. La fijación del cable que esta enrollado en el tambor debe estar colocado mediante un ensamblado en el dispositivo de fijación que contenga al extremo del cable; este dispositivo de fijación debe tener cuando menos dos espiras de enrollamiento del cable (pintado de color amarillo brillante), no importando la posición de trabajo del malacate. La pintura amarilla sobre el cable permite contar con una señal visible del límite de desenrollamiento del cable admisible. La resistencia del sistema de fijación del cable al tambor, considerando las espiras “muertas”, debe ser cinco veces la fuerza máxima de utilización del cable.
12. Todas las piezas que sean móviles deben contar con sus protecciones correspondientes y aquellas piezas que no sean móviles deben estar sujetas para evitar cualquier desprendimiento o caída.
13. Además de los datos de placa indicados en párrafos anteriores, todo malacate debe llevar los datos siguientes:
  - 13.1. El nombre del fabricante.
  - 13.2. El membrete de “Hecho en México” o país de procedencia.
  - 13.3. La marca de fabrica.
  - 13.4. Nombre del distribuidor.
  - 13.5. Tipo.
  - 13.6. Capacidad.
  - 13.7. Número de serie.
  - 13.8. Modelo.
  - 13.9. Fecha de fabricación.
  - 13.10. Número de constancia de certificación del producto.
14. Las especificaciones para malacates de mordazas con accionamiento motorizado además de lo ya indicado, debe cumplir con lo siguiente:
  - 14.1. El motor eléctrico debe ser trifásico, con protección térmica.
  - 14.2. Su transmisión de fuerza debe ser hidráulica.
  - 14.3. Cada pistón hidráulico debe estar unido al bloque de válvulas de control del sistema por dos mangueras flexibles, una para el circuito de presión alta y otra para el circuito de retorno de presión baja.
  - 14.4. El acoplamiento del conjunto de conexiones debe ser hembra – macho.

14.5. El tanque debe estar colocado de manera tal que alimente en forma correcta y segura a la bomba del circuito sin cavitaciones. Además debe asegurar: el enfriamiento del aceite, en el caso que no se haya previsto un sistema de enfriamiento auxiliar; la separación del aire y agua del aceite, en caso de que hubieran entrado al tanque; la separación de las zonas de aspiración de la bomba y retorno del fluido; permita las operaciones de vaciado y de limpieza. El tanque y el circuito deben tener las siguientes funciones aseguradas; control del nivel de aceite; protección contra sobrepresiones, por lo que debe tener válvula(s) de alivio, respiradero para el tanque no presurizado, o limitador de presión para tanque presurizado; Filtración al llenado del fluido; el circuito de retorno y de fugas deben quedar siempre sumergidos independientemente de las variaciones del nivel del tanque.

14.6. Los datos de placa que deben tener los malacates de mordazas con accionamiento motorizado son los siguientes:

14.6.1. Fuerza máxima de utilización en kilogramos de elevación.

14.6.2. Diámetro del cable en milímetros.

14.6.3. Modelo del malacate.

14.6.4. Carga mínima de ruptura en toneladas.

Así mismo, el motor debe tener en su placa los siguientes datos:

14.6.5. Potencia del motor en kilowatts.

14.6.6. Revoluciones por minuto.

14.6.7. Tensión en volts.

14.6.8. Fases.

14.6.9. Frecuencia.

14.6.10. Gasto de la bomba hidráulica en litros por minuto.

14.6.11. Presión máxima de operación en kilo pascales.

14.6.12. Capacidad del tanque del sistema hidráulico en litros.

15. La inspección para comprobar el funcionamiento de los malacates de tambor con accionamiento motorizado debe hacerse al 100%; es decir, todas las pruebas aquí descritas deben aplicarse a cualquier malacate seleccionado al azar; para este tipo de equipos, la cantidad de ellos en el lote debe ser probada en su totalidad. Ejemplo: si el lote contiene 10 equipos, deben probarse los 10 y el equipo que no pase cualquier prueba señalada en este capítulo, debe ser rechazado.

La inspección que se realiza a los malacates de tambor de accionamiento manual, aplica de igual forma para los malacates de tambor con accionamiento motorizado, por lo que a cada uno de los malacates debe comprobársele su capacidad, el funcionamiento del sistema de freno y el funcionamiento del trinquete. Las pruebas son las siguientes:

15.1. La prueba de frenado se realiza para comprobar que el freno es capaz de detener la fuerza máxima de utilización al dejar de accionar las manivelas; para esta prueba se debe preparar una muestra como se describe a continuación:

15.1.1. El levantamiento de la carga nominal de un malacate de tambor accionado manualmente, debe ser con una tolerancia de 4° entre el cable y la vertical; o 1:15 entre la distancia de preparación de la carga con respecto a la vertical y la altura de levantamiento. A este malacate debe aplicársele la carga nominal y esta carga debe elevarse y bajarse durante un ciclo de condición normal de operación. La comprobación del frenado es que la carga queda inmovilizada al soltar las manivelas.

15.1.2. La prueba estática permite determinar la sobrecarga de una y media veces la carga nominal a la que el malacate puede estar sujeto, sin que en ninguna de sus partes se observe o registre algún deterioro.

La muestra se prepara cargando el malacate de tambor de accionamiento manual o motorizado con una carga estática de una y media veces la carga nominal durante cinco minutos sin utilizar mecanismo de acción alguna del malacate y al pasar este tiempo, ninguna de sus partes debe haber presentado falla.

15.1.3. La prueba dinámica permite determinar la sobrecarga de 1,2 de la carga nominal a la cual puede estar sujeto el malacate y con el mecanismo funcionando correctamente.

Una vez aplicada la carga en el gancho del malacate de tambor manual o motorizado debe izarse y bajarse la carga en las condiciones normales de utilización durante dos ciclos y debe verificarse que la carga es sostenida al frenar el malacate.

15.1.4. La prueba de resistencia mecánica de los componentes de la cadena del malacate de tambor con accionamiento manual o motorizado se realiza con el fin de comprobar la validez del certificado de calidad del producto. La carga equivalente a 4,2

veces la carga nominal, debe aplicarse en el gancho de la cadena durante un ciclo en el ramal del cable del enrollamiento de éste sobre el tambor y debe observarse que ningún componente de la cadena haya sufrido deformación o rotura.

- 15.1.5. Las pruebas de elongación del cable y del gancho, se debe realizar para comprobar la validez del certificado de calidad del producto. En ambos casos se aplica una carga cinco veces mayor que la fuerza máxima de utilización. El procedimiento para probar la elongación del cable es montando un tramo de cable de la longitud necesaria, dependiendo de las características de la máquina universal, para pruebas mecánicas. En ambos casos, se debe comprobar que el cable y el gancho, no haya tenido elongación ni ruptura.
16. Las pruebas de funcionamiento para los malacates de mordazas de accionamiento manual y motorizado, se debe realizar una inspección del 100%, de acuerdo a lo siguiente:
  - 16.1. La operación de desembragar se debe realizar sin esfuerzo, con un amarre firme y seguro.
  - 16.2. La introducción y paso del cable, debe efectuarse sin que se atore, o que pase sobre o bajo los bloques de mordazas.
  - 16.3. La operación de embragado debe realizarse para efectuar dos movimientos:
    - 16.3.1. Marcha hacia delante. El malacate no debe propiciar la formación de “jaulas”, “morder”, deslizar o dañar el cable o el malacate “bombea” cuando se le aplique una carga equivalente a la fuerza máxima de utilización.
    - 16.3.2. Marcha hacia atrás. El malacate no debe deslizar, morder o dañar el cable o el malacate “bombea”, cuando se disminuye la carga hasta que la fuerza máxima de utilización se reduzca a cero.
  - 16.4. Las pruebas de carga se efectúan para comprobar si el malacate de mordazas de accionamiento manual o motorizado es capaz de soportar la fuerza máxima de utilización; por lo que el levantamiento de peso máximo que un malacate de mordaza puede levantar, debe tener una tolerancia de 4° entre el cable con la vertical o 1:15 entre la distancia de separación del peso a levantar con respecto a la vertical y altura del levantamiento. Al aplicar una fuerza equivalente a la fuerza máxima de utilización el malacate debe funcionar correctamente.

- 16.5. La prueba estática se debe realizar para comprobar la fuerza máxima de utilización del malacate de mordaza con accionamiento manual o motorizado, sin que exista movimiento alguno en el mecanismo. Para esta prueba el malacate debe ser soportado por un equipo auxiliar y se debe aplicar una fuerza equivalente a una y media veces la fuerza máxima de utilización durante cinco minutos, debiendo ser levantado por el equipo auxiliar.

Para el caso de que esta prueba sirva para la verificación del certificado de calidad del producto, el tiempo de duración debe ser de 60 minutos. En ambos casos, el cable no debe tener ningún deslizamiento.

- 16.6. Prueba dinámica. Esta prueba debe realizarse con el fin de comprobar la fuerza máxima de utilización, cuando existe movimiento en el mecanismo del malacate de mordaza, accionado manualmente o motorizado.

El levantamiento de la carga equivalente a la fuerza máxima de utilización debe ser con una tolerancia de 4° entre el cable con la vertical o 1:15 entre la distancia de separación del cable con respecto a la vertical y la altura de levantamiento.

El malacate debe funcionar con eficiencia y no debe tener deslizamiento alguno al aplicársele un peso equivalente a 1,25 de la fuerza máxima de utilización durante dos ciclos.

17. Además de las pruebas descritas, a los malacates de tambor con accionamiento motorizado (exclusivamente) se le deben aplicar las pruebas para verificar su capacidad de funcionamiento del sistema de freno, trinquete y embrague

- b. El funcionamiento de los polipastos motorizados debe realizarse mediante una inspección al 100% y contar con los siguientes requisitos de calidad:

1. Alimentación eléctrica. La tensión en las terminales del motor debe estar dentro de los límites especificados, para asegurar el funcionamiento eficiente del polipasto.

1.1. El valor de la tensión de alimentación en los bornes de conexión debe estar comprendido entre 0,94 y 1,10 volts de tensión nominal, de utilización con los motores sin arrancar, excepto cuando el Gobierno del Distrito Federal establezca otra tensión diferente.

1.2. El valor de la tensión nominal de utilización no debe ser menor de 0,90 volts en las terminales de cualquier motor eléctrico del polipasto, al momento de arranque.

2. Los cables y conductores eléctricos deben ser de uso rudo o estar protegidos dentro de conductos para evitar el riesgo de daños. Los conductores deben tener las dimensiones que satisfaga un servicio y factor de marcha dados, por lo que la reacción de los conductores debe ser determinada en función de la corriente admisible en operación normal. Las dimensiones deben ser definidas por las especificaciones del fabricante de cables o en su defecto, por los valores indicados en la Tabla 1, además:

- 2.1. La corriente admisible en operación normal de utilización de los conductores debe estar en función con la sección del conductor y el factor de marcha como se indica en la Tabla 21, en la que se considera que la temperatura ambiente máxima en la que estarán los cables de cobre aislados con polietileno reticular (PR) será de 313 K (40°C) o cables aislados con otro material que admitan temperaturas de funcionamiento equivalentes.

TABLA 21 Corriente admisible según las condiciones establecidas para servicio M4 o M5.

SECCIÓN DEL CONDUCTOR	100%	60%	40%
mm <sup>2</sup>	A	A	A
1,00	12	12	15
1,50	18	18	20
2,50	26	26	30
4,00	34	34	40
6,00	44	44	50
10,00	61	61	75
16,00	82	87	105
25,00	108	120	145
35,00	135	145	175
50,00	168	180	210
70,00	207	240	270
95,00	250	270	330
120,00	292	310	380
150,00	335	350	430

- 2.2. La sección de los cables se determina de acuerdo a lo establecido en los subincisos C.21.a.18.2 y C.21.a.18.2.1 de este capítulo; además la corriente que se debe considerar es la que resulta de la suma de las corrientes siguientes:

- 2.2.1. La corriente de valor mayor al iniciar los diferentes movimientos.

- 2.2.2. La corriente de valor mayor que resulte cuando realice los diferentes movimientos.
  - 2.2.3. La corriente absorbida por los circuitos auxiliares.
- 2.3. La sección mínima de los conductores con alma de cobre, exteriores al tablero de control, por resistencia mecánica debe ser:
  - 2.3.1.  $0,30 \text{ mm}^2$  para cables ligeros blindados de los circuitos electrónicos (calibre A.W.G. 22).
  - 2.3.2.  $0,75 \text{ mm}^2$  para los conductores ligeros de mando y señalización (calibre A.W.G. 18).
  - 2.3.3.  $1,00 \text{ mm}^2$  para los conductores ligeros de los circuitos eléctricos de seguridad y de medición interconectados (calibre A.W.G. 17).
  - 2.3.4.  $1,50 \text{ mm}^2$  para los conductores rígidos de mando de señalización y de medición (calibre A.W.G. 15) y para todos los demás conductores necesarios en el equipo.
  - 2.3.5. Para el caso en que estos conductores estén alimentados con tensiones bajas (24 ó 48 volts), el diseñador de los circuitos podrá optar por incrementar las secciones debido a las caídas de tensión, de acuerdo a sus cálculos y experiencia.
- 3. Los equipos de mandos funcionales tales como los interruptores y los arrancadores deben considerarse de acuerdo a las especificaciones de calidad indicadas en los capítulos 4.01.02.021 "Interruptores y estaciones de botón", del Libro 4 de las Normas de Construcción del Gobierno del Distrito Federal, señaladas en la cláusula B de Referencias y ser seleccionados de acuerdo al régimen de arranque, frenado, operación y factor de marcha del polipasto. Además, de no indicarse en el capítulo 4.01.02.021 citado, todos los interruptores que controlan elementos ligados mecánicamente o movimientos contrarios, deben ser protegidos contra maniobras incorrectas. Los interruptores inversores que determinan el sentido de rotación de los motores, deben tener un sistema doble de bloqueo para que no se produzcan cortos circuitos durante las maniobras y además:
  - 3.1. Los elementos de servicio deben ser diseñados, contruidos y colocados en el equipo, de manera que eviten maniobras involuntarias. Deben diferenciarse con el propósito de asegurar la identificación permanente de su función.



El procedimiento de paro del movimiento vertical debe operar cuando cesa la acción del elemento de servicio correspondiente; el paro de un movimiento se debe obtener al corte de la alimentación de la energía eléctrica; sin embargo, el corte de la alimentación de la energía eléctrica debe resultar de una acción voluntaria.

- 3.2. Respecto a los mandos electrónicos, la selección de los componentes y la organización de la secuencia en el esquema, debe ser tal, que los mandos electrónicos de los polipastos presenten una seguridad equivalente a la de los mandos electromecánicos.
- 3.3. Cualquier botonera colgante de control, debe estar conectada a tierra, su tensión máxima no debe exceder de 15 volts de corriente alterna o 300 volts de corriente directa.
4. Los circuitos de mando deben ser diseñados y ubicados en el polipasto de manera tal que eviten los riesgos de puesta involuntaria de servicio, la dificultad o imposibilidad de paro o neutralización de la seguridad; por lo que:
  - 4.1. No debe considerarse como una falla del aislamiento: los contactos accidentales entre un conductor activo y una masa o un elemento conductor.
  - 4.2. Los elementos y circuitos de mando de los motores deben estar diseñados y ubicados en los polipastos de manera que impidan un arranque automático después de un paro debido a una baja o falta de tensión, o a la acción de una medida de seguridad.
  - 4.3. Se deben tomar las precauciones necesarias para asegurar la protección contra la elevación en potencial de las masas, debido a defectos en el aislamiento del circuito de mando.
5. Los frenos mecánicos con mando eléctrico deben accionarse cuando se interrumpa la energía, cuando cese la acción del operador o la secuencia del freno eléctrico; así también:
  - 5.1. El freno alimentado por el circuito motor, debe asegurar la protección contra la sobrecorriente del circuito eléctrico de los frenos, mediante un dispositivo que corte la tensión en el motor y en el freno;
  - 5.2. El freno con alimentación separada debe permitir que no exista un movimiento no controlado al arranque – paro; como resultado de esto, los frenos no deben estar aplicados cuando el motor esta alimentado. En el caso de que el freno esté dispuesto para

operación en servicio normal, el freno mecánico sólo podrá intervenir después del freno eléctrico.

- 5.3. El freno de seguridad no debe intervenir en el funcionamiento normal, sino hasta después del paro a través del freno de servicio.
6. Los dispositivos para limitar la carrera y carga, seguridad de carrera y sobrecarrera, deben considerarse como auxiliares del mando automáticos para producir el paro en posición extrema, por lo que se debe tomar en cuenta lo siguiente:
  - 6.1. La posición o funcionamiento no debe provocar un paro imprevisto del equipo o de las masas en movimiento, ni debe ser causa de una situación peligrosa en todo o parte del polipasto.
  - 6.2. El funcionamiento del dispositivo para limitar la carrera, debe ser logrado mediante un mecanismo sólido y confiable, provisto de una carrera suficiente, de seguridad y provocar el paro del movimiento mediante la apertura del circuito eléctrico y mantenerlo así, el tiempo que sea necesario hasta que las condiciones de seguridad hayan sido restablecida.
  - 6.3. El dispositivo para limitar la carrera debe contar con cualquiera de los mecanismos siguientes:
    - 6.3.1. Dispositivo estático.
    - 6.3.2. Interruptor con accionamiento mecánico y el mínimo de elementos intermedios.
    - 6.3.3. Interruptor de paro instantáneo protegido contra cortocircuito para evitar el soldado de los platinos.
  - 6.4. La neutralización particular de un dispositivo para limitar la carrera, debe realizarse por la acción de un mecanismo específico para que funcione automáticamente.
  - 6.5. Después del funcionamiento del dispositivo para limitar la carrera, el movimiento en sentido inverso debe ser siempre posible.
7. Los dispositivos de seguridad para limitar la carrera, deben funcionar con un dispositivo de mando diferente al de la maniobra normal y eventualmente cortar la alimentación general; esta alimentación debe ser restablecida manualmente por un operario competente, ya que esta operación no debe tener movimientos no programados.

Las condiciones de realización de los dispositivos de seguridad para limitar la carrera deben cumplir con lo señalado en los subincisos. 18.6.2. a 18.6.3.

8. Un primer dispositivo  $I_1$  debe cumplir con las funciones de mando y de corte de energía eléctrica además de bloqueo mecánico. Este dispositivo debe situarse entre la fuente de la energía y los conductores de la alimentación del polipasto.

Las funciones de mando y de corte de energía eléctrica pueden estar asegurados por dos dispositivos diferentes. El dispositivo  $I_1$  no está a cargo del fabricante del polipasto, sólo en caso de polipastos autónomos y disposiciones contractuales.

9. Un segundo dispositivo  $I_2$  debe cumplir con las funciones de paro de emergencia más la función de corte de energía eléctrica, más el bloqueo mecánico. Este dispositivo  $I_2$ , generalmente está colocado entre los conductores de alimentación y el polipasto. Aún, si el dispositivo  $I_2$  reúne las funciones de paro de emergencia, más la función de corte de energía eléctrica, más el bloqueo mecánico; por lo que el dispositivo  $I_2$  debe asegurar la función de paro de emergencia. El dispositivo  $I_1$  debe reunir las funciones de corte de energía eléctrica, además del bloqueo mecánico.

Si varios polipastos dependen de un sólo dispositivo  $I_1$ , el dispositivo  $I_2$  debe asegurar las funciones de paro de emergencia, más la función de corte de energía eléctrica, además del bloqueo mecánico. Para polipastos instalados en monorraíles, las funciones de paro de emergencia y de corte de energía eléctrica, más el bloqueo mecánico pueden ser asegurados por dispositivos diferentes.

Si la distancia entre el dispositivo  $I_1$  y los elementos de servicio como lo es la botonera de control colgante; por ejemplo, es igual o menor a 10m, el dispositivo  $I_2$  no es necesario para el caso de que se trate de polipastos fijos, colgados o sobre monorraíl; para este caso, la función de mando del dispositivo  $I_1$ , asegura la función de paro de emergencia.

10. La protección contra contactos directos, puesta a tierra y las especificaciones directas. Las piezas desprovistas de protección deben ser cubiertas con material aislante; todas las masas del polipasto deben estar conectados entre sí y puestas a tierra por conductores de protección. Los conductores de protección no deben ser utilizados como conductores activos.
11. El polipasto debe contar con dispositivos que impidan que se generen velocidades mayores a la velocidad máxima segura de acuerdo con lo especificado por el fabricante; por lo tanto, se deben tomar las precauciones necesarias para evitar que la velocidad no sobrepase el valor compatible con el correcto funcionamiento del polipasto y mantener la eficacia del sistema de freno. Para evitar la velocidad en exceso se debe realizar lo siguiente:

- 11.1. Evitar las causas de la velocidad peligrosa.
- 11.2. Interrumpir el movimiento de la carga antes que la velocidad alcance el valor máximo permisible para el correcto control del polipasto.
- 12. Los motores deben ser reversibles como factor de protección, deben proporcionar servicio intermitente o continuo, con las características de par de acuerdo a la necesidad del servicio solicitado al polipasto, capaz de operar a carga específica, al número de arranques por hora y a determinadas velocidades.
- 13. Todas las canalizaciones deben estar protegidas contra corto circuito, esta protección debe estar situada en el origen de las canalizaciones; salvo que reúnan simultáneamente las tres condiciones siguientes:
  - 13.1. La derivación es igual o menor de 3 metros.
  - 13.2. La derivación es realizada de manera de reducir al mínimo el riesgo de corto circuito.
  - 13.3. La derivación esta situada a un metro o menos, de material combustible. Esta protección puede ser realizada con fusibles o relevadores magnéticos operando el polipasto y teniendo un poder suficiente de corte.

Los dispositivos de protección de un motor que opera un movimiento vertical, deben estar diseñados para efectuar el corte del conjunto de las fases.

Cuando varios motores operan simultáneamente sobre un mismo movimiento, la acción de un dispositivo de protección debe estar diseñado para suprimir la tensión en todos los motores en movimiento. Después de la acción de un dispositivo de protección, su reactivación únicamente deberá ser posible mediante accionamiento manual.

- c. Dentro de los requisitos de calidad de los polipastos están los circuitos hidráulicos que deben estar diseñados de tal manera, que ningún efecto dinámico, mecánico o hidráulico actúe del exterior sobre él, provocando que la presión el gasto y la temperatura del fluido alcancen valores inferiores o superiores a los máximos previstos por el fabricante del polipasto, en las condiciones de servicio comprendidos en las cargas de prueba después del funcionamiento de los dispositivos de seguridad. Debe encontrarse en lo posible el fenómeno de cavitación o turbulencia, sobrevelocidad, golpe de ariete, compresiones, vibraciones, pérdidas excesivas de carga, tomas de aire, etc. La instalación debe ser diseñada

para que la combinación de mandos no provoque el movimiento imprevisto de otro elemento o parte de aquellos que fueron programados.

Todos los componentes hidráulicos incluyendo las tuberías, las piezas especiales y sus uniones deben estar diseñados en función de las condiciones de servicio, de la instalación y del equipo de fluido utilizado.

En general, deben resistir las presiones máximas de funcionamiento, los incrementos de presión y efectos de fatiga. Es necesario asegurarse que las fuerzas producidas por las presiones efectivas del fluido sobre los materiales que constituyen los componentes individuales del circuito no excedan las fuerzas máximas.

Todas las tuberías, piezas especiales y sus uniones del sistema hidráulico deben estar instalados de manera tal que resistan los esfuerzos y deformaciones producidas durante el montaje.

El circuito hidráulico debe contar con dispositivos que permitan limitar la presión y regular el gasto así como prever tomas para medir la presión para el control de funcionamiento del polipasto. El circuito hidráulico debe contar con las siguientes funciones de seguridad.

- d. Como parte integrante de la calidad de la grúa viajera, se tiene lo relacionado con su simbología, la cual debe cumplir con los requisitos generales:
  - 1. Los símbolos en los controles deben tener buen contraste con su fondo (preferentemente símbolos luminosos contra un fondo oscuro).
  - 2. Los símbolos deben estar dispuestos sobre o directamente a un lado del control para la función designada.
  - 3. En donde sea necesario más de un símbolo (por ejemplo, “encendido”, “apagado”, “mover hacia la izquierda”, “mover hacia la derecha”), éste debe estar colocado en relación a los dispositivos de control que el movimiento del dispositivo en esa dirección indique y debe sugerir la sensación de operación del control.
  - 4. Los símbolos deben ser localizados de manera que el operador los reconozca fácilmente desde su posición de trabajo.
  - 5. Los símbolos de mando muestran la dirección del movimiento de las palancas de control, pueden ser usadas en combinación con otros símbolos para designar el movimiento de la palanca.
  - 6. Los símbolos de mando pueden ser dispuestos sobre el tablero de mando en la posición deseada, según el movimiento que se designe.

TABLA 2.2. Símbolos básicos para direcciones de movimientos y posiciones de encendido y apagado.

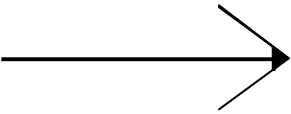
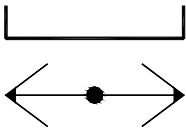

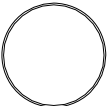
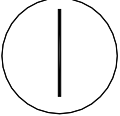
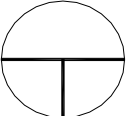
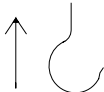
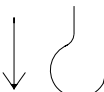
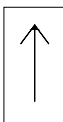

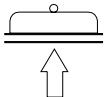
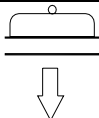
No.	Símbolo	Designación.
001		Movimiento en una dirección.
002		Palanca para control de movimiento en dos direcciones.
003		Encendido.
004		Apagado.
005		Encendido – Apagado.
No.	Símbolo	Designación.
006	 417-IEC-5011	En marcha solamente con el botón pulsador (interruptor).

TABLA 23 Simbología para operadores de control.

No.	Símbolo	Designación.
001		Dispositivo de manejo de carga / dispositivo bajo gancho: subiendo.
002		Dispositivo de manejo de carga / dispositivo bajo gancho: bajando.
003		Desplazamiento de la grúa hacia delante.
004		Desplazamiento de la grúa hacia atrás.
005		Electroimán de carga en operación.
006		Electroimán de carga fuera de operación.

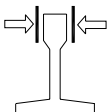
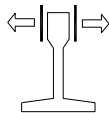
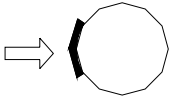
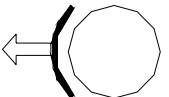


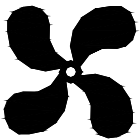

No.	Símbolo	Designación.
007		Dispositivo de anclaje sobre riel cerrado.
008		Dispositivo de anclaje sobre riel abierto.

TABLA 24 Símbolos de información.

No.	Símbolo	Designación.
001		Freno: activado.
002		Freno: desactivado.
003		Alarma.
004		Temperatura.
005		Ventilación.
006		Luz interior / luz de domo



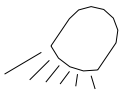

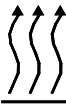
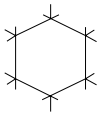
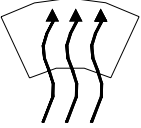
No.	Símbolo	Designación.
007		Reflector.
008		Iluminación dirigida.
009		Calentador / calefacción interior.
010		Aire acondicionado.
011		Desempañador / descongelador de parabrisas.

TABLA 25 Colores para botones de control.

N°	Color	Designación	Ejemplo de aplicación
4.1.1	Rojo	Acción en caso de emergencia. Paro o suspensión.	Paro de emergencia  Paro o suspensión de todo el sistema.  Uno o mas motores
4.1.2	Todos los colores Excluyendo el rojo y amarillo.	Funciones sin limitaciones.  Otras operaciones de control	

TABLA 26 Colores de advertencia luminosa.

<b>N°</b>	<b>Color</b>	<b>Designación</b>	<b>Ejemplo de aplicación</b>
4.2.1	Rojo.	Acciones en caso de emergencia  Condiciones de peligro o emergencia, requisito de intervención inmediata.	Paro de emergencia.  Grúa con sobrecarga.  Peligro de aumento súbito del viento.
4.2.2	Amarillo.	Condición de peligro aviso de aproximación.	Accesorio de carga nominal  Elevación (falla) de temperatura fuera de límites especificados.
4.2.3	Verde	Situación de seguridad antes de operar.	Buena disposición para operar (trabajo).  Sistema de arranque.



Nombre de archivo: LIBRO 5 TOMO I  
Directorio: C:\Documents and Settings\Mdelgado\Mis documentos  
Plantilla: C:\Documents and Settings\Mdelgado\Datos de  
programa\Microsoft\Plantillas\Normal.dotm  
Título:  
Asunto:  
Autor:  
Palabras clave:  
Comentarios:  
Fecha de creación: 17/06/2010 12:06:00 p.m.  
Cambio número: 2  
Guardado el: 17/06/2010 12:06:00 p.m.  
Guardado por: Mdelgado  
Tiempo de edición: 2 minutos  
Impreso el: 30/06/2010 10:40:00 a.m.  
Última impresión completa  
Número de páginas: 187  
Número de palabras: 46,627 (aprox.)  
Número de caracteres: 256,451 (aprox.)