



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**PROGRAMA DE MAESTRIA Y DOCTORADO EN
INGENIERIA**

FACULTAD DE QUIMICA

**BASES DE DISEÑO PARA SEGURIDAD Y CONTRA
INCENDIO DE UNA PLANTA PETROQUIMICA**

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

MAESTRO EN INGENIERIA

ING. DE SISTEMAS – INGENIERIA Y ADMINISTRACION DE PROYECTOS

P R E S E N T A :

ANTONIO LUIS REYES

TUTOR:

M en E HELIO HUMBERTO GRACIA DEL RIO

2009





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

Presidente: M. en C. Anaya Durand Alejandro
Secretario: M. en C. Aguilar González Jorge Luis
Vocal: M. en E. García del Río Helio Humberto
1^{er}. Suplente: M. en C. Millán Velasco Ezequiel
2^{do}. Suplente: M. en C. Lozano Ríos Leticia

Lugar o lugares donde se realizó la tesis:

FACULTAD DE QUIMICA. U.N.A.M.

TUTOR DE TESIS:

M. en E. GARCIA DEL RIO HELIO HUMBERTO

FIRMA

DEDICATORIAS

A María Reyes y Antonio Luis, mis padres y primeros maestros.

A Joel, Eva, Isabel, Rosario, Edith y José Ángel, mis hermanos y apoyo.

A mi todas las personas que forman parte de mi familia, que gracias a ellos soy lo que soy.

Al Dr. Julio Landgrave[†], por sus consejos y clases dentro y fuera del aula.

A Oscar Argueta, Luis Carlos Ordóñez, Guadalupe Bautista, Gladys A. Hernández, Elizabeth Rebollo, Gabriela Morelos y Jesús García, por su amistad incondicional.

AGRADECIMIENTOS

Al CONACYT por el apoyo económico.

A mi familia por su cariño y apoyo en todos los aspectos.

A los miembros de mi jurado por sus comentarios y paciencia.

A Patrick R. Campbell por su apoyo y facilidades otorgadas para la culminación de esta tesis.

A Oscar Argueta por sus consejos, ayuda y amistad.

A Gladys Aydeé Hernández por su valiosa ayuda en los trámites para presentar el examen de grado.

INDICE

INTRODUCCION.....		3
I. ANTECEDENTES		
1.1 Alcance.....		6
1.2 Objetivo.....		6
1.3 Hipótesis.....		6
II. INGENIERÍA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL		
2.1 Conceptos básicos de seguridad		8
2.2 Criterios básicos de diseño.....		11
2.3 Identificación de un riesgo.....		12
2.4 Sistemas contra incendio.....		13
2.5 La seguridad y el equilibrio ecológico.....		14
III. EL PROCESO DE DISEÑO DE SISTEMAS DE SEGURIDAD		
3.1 Desarrollo.....		16
IV. DESARROLLO DE UN PROYECTO		
4.1 Desarrollo del proyecto.....		19
4.2 Estudio de factibilidad de un proyecto.....		19
4.3 Desarrollo de la Ingeniería básica.....		21
4.4 Procura de materiales.....		26
V. SISTEMAS ESPECIALES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO		
5.1 Características generales.....		29
5.2 Cálculo de unidades de riesgo y distribución de extinguidores contra incendio.....		34
5.3 El agua como agente extintor del fuego.....		38
5.4 La espuma como agente extintor.....		44
5.5 Resultados de los sistemas analizados.....		53
VI. HIDRÁULICA DE LOS SISTEMAS CONTRA INCENDIO		
6.1 Características generales.....		59
6.2 Equipos de bombeo.....		63
6.3 Instructivo para el cálculo de las bombas contra incendio.....		71
6.4 Clasificación general de las bombas.....		72
6.5 Equipo de bombeo como parte integral de arreglo típico de redes contra incendio.....		73
6.6 Resultado de la hidráulica del sistema contra incendio.....		73

VII. CÁLCULO Y DISEÑO DE LA RED CONTRA INCENDIO	
7.1 Criterios de diseño.....	75
7.2 Diseño de las redes de tubería.....	79
7.3 Resultados de cálculo de la red contra incendio.....	83
VIII. SISTEMAS PREVENTIVOS DE PROTECCIÓN Y DE ALARMA	
8.1 Clasificación de detectores y tableros de seguridad.....	86
8.2 Simbología y nomenclatura de detectores.....	87
8.3 Sistema de detección para fuego y para gas.....	88
8.4 Análisis, determinación y colocaciones de protección y alarmas.....	103
8.5 Resultado de los sistemas preventivos de protección y alarma.....	105
CASO DE ESTUDIO.....	106
I. Presentación del Caso de Estudio	
II. Programa	
III. Bases de Diseño del Sistema Contra Incendio	
IV. Memoria de Cálculo	
V. Hojas de Datos	
VI. Diagrama de Flujo de Proceso (DFP)	
VII. Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI)	
VIII. Lista de Líneas	
CONCLUSIONES.....	225
BIBLIOGRAFÍA.....	228

INTRODUCCION

Toda industria nace de una necesidad que a través de un proyecto bien desarrollado en sus diferentes etapas, desde una ingeniería básica hasta el arranque de la planta, debe tener bien sustentado un aspecto importante que es la seguridad.

En cualquier planta industrial o instalación administrativa es importante considerar la seguridad en el diseño de la misma, ya que ésta debe lograrse desde el inicio del proyecto estableciendo los lineamientos o datos básicos de diseño de todos los elementos que lo componen, cumpliendo con las normas y códigos vigentes, aplicándolos o adaptándolos a la industria. Con la seguridad se puede garantizar la continuidad en los procesos mediante la prevención de los riesgos y se tendría una alta confiabilidad, disminuyendo los costos asociados a los eventos de pérdida.

Cualquier daño en las instalaciones petroquímicas afecta profundamente las finanzas de las empresas, que a su vez, los transfieren a las compañías de seguros y, en especial a las compañías reaseguradoras. En consecuencia, estas últimas están siendo cada vez más estrictas y exigentes en sus observaciones al aceptar los riesgos y el cumplimiento de normas de prevención y mitigación.

Las exigencias de las reaseguradoras respecto de que se cumpla con el buen diseño de los sistemas contra incendio, obliga a la aplicación y conocimiento de Normas, Códigos y Reglamentos, pero sobre todo a una fuerte tendencia a la unificación de éstos para contar con un criterio común, sin importar el país de origen de la reaseguradora. Sobre este particular, ésta tendencia va hacia las más usadas en diseño, entre las que se encuentran las de la National Fire Protection Association (NFPA), API, ASME, NEMA, etc. y, quizá uno de los problemas que enfrenta México y América Latina al respecto, es que, paradójicamente, en la currícula de las carreras de ingeniería, no existe una materia que trate de "Normas, Códigos y Reglamentos".

La industria tiene muchas ramas, de todas ellas la rama del sector petrolero es hacia la que está enfocado el presente trabajo de tesis. Cada vez hay más compañías latinoamericanas del sector petrolero que están poniendo mayor énfasis a la seguridad contra incendios de sus instalaciones productivas. Muchos de estos requerimientos son en resultado directo del endurecimiento del reaseguro internacional para este tipo de riesgos, pero también son el resultado de la importancia que este sector tiene en nuestras economías. Sin embargo, hay mucho más por hacer, si tenemos en cuenta que tradicionalmente muy pocas firmas de ingeniería contra incendios han participado en el diseño de la gran cantidad de instalaciones de protección contra incendios ya existentes y donde las compañías de instalación especializadas en protección contra incendios no han participado activamente en este sector, el encontrarlo dificultoso y burocrático. Sin embargo, una participación más activa de firmas de ingeniería de protección contra incendios indudablemente va a cerrarle las puertas a compañías no especializadas en la instalación y mantenimiento de equipos contra incendios, pues los pliegos de condiciones elaborados por ingenieros especializados demandan mayor especialidad del instalador. El mejor cliente es el que más sabe. Esto es otra manera de decir que la profesionalización de la industria crea una mayor viabilidad y estabilidad para los que han decidido especializarse en protección contra incendios, ya sean ingenieros, instaladores o fabricantes.

Uno de los quehaceres más importantes del profesional en seguridad y sistemas contra incendio consiste en elaborar los diseños de protección a plantas de diversa índole como parte de su actividad cotidiana.

En la ingeniería de proyecto, el diseño constituye la etapa en la que el proyecto iniciado con objetivos y bases establecidas se concreta en documentos tales como: dibujos, planos, especificaciones, requisiciones y volúmenes de obra; cuya elaboración oportuna, eficiente y de calidad, requiere del conocimiento científico, de normas, reglamentos, especificaciones y procedimientos de ingeniería.

De los recursos para el diseño referido anteriormente, las bases de diseño constituyen la guía básica para alcanzar eficiencia y calidad en los distintos documentos de ingeniería.

La experiencia de varios años en elaborar documentos de varios tipos, desde elaborar bases de diseño de seguridad y contra incendio, hasta planos con detalles de construcción, permite observar errores de variada índole en los que incurre el personal de ingeniería primordialmente aquellos que aun no tienen la experiencia necesaria para definir un sistema contra incendio como tal; es por ello que el presente trabajo presenta de una forma clara, el incendio y los elementos que se presenten en su formación y propagación, del mismo modo que fomentar hábitos y actitudes que ayuden a prevenirlo, así como el saber elegir el método de extinción adecuado a cada uno de los incendios.

La presente tesis abarca los aspectos básicos pero importantes que componen a unas bases de diseño para seguridad y contra incendio de una planta petroquímica, en los primeros capítulos se mencionan los riesgos y daños potenciales que el ingeniero en seguridad debe evaluar a fin de evitarlos, así como los conceptos básicos que el ingeniero de seguridad debe considerar; el desarrollo de un proyecto, el estudio de factibilidad hasta lo que deben contener los documentos referentes a la procura de materiales.

En los capítulos siguientes se mencionan aspectos más técnicos que son los que dan sentido a las bases de diseño de un sistema contra incendio, se menciona desde métodos de cálculo de sistemas de bombeo, cálculo y diseño de la red contra incendio hasta sistemas preventivos de protección y alarma.

En el capítulo en el que se desarrolla el caso de estudio, se demuestra como se aplican en un proyecto los aspectos mencionados en los capítulos anteriores, este caso de estudio contiene unas bases de diseño y documentos importantes que normalmente se encuentran en los proyectos reales de plantas del sector petrolero.

CAPÍTULO 1

1. Antecedentes

1.1 Alcance.

El trabajo de tesis comprende los criterios para la instalación de equipo e instrumentos necesarios para la detección y extinción de incendios con objeto de reducir al mínimo las situaciones de emergencia por fuego en las diferentes zonas y equipos de proceso.

1.2 Objetivos.

- Establecer guías y criterios básicos para el diseño de sistemas contra incendio fundamentales para el desarrollo de la ingeniería de detalle confiable y segura.
- Definir lineamientos para proporcionar protección adecuada al personal operativo de la planta o instalación, prevenir lesiones humanas y pérdidas de vidas, evitar daños a los equipos, al medio ambiente, y áreas circunvecinas de la instalación.

1.3 Hipótesis.

Establecer una metodología para el diseño de sistemas contra incendio de proyectos de plantas industriales para el procesamiento de hidrocarburos, enfocada a la ejecución de proyectos confiables en aspectos de seguridad, cumpliendo con la legislación vigente, económicos y en plazos óptimos, garantizando la operación segura de las instalaciones.

CAPÍTULO 2

2. Ingeniería de Seguridad Industrial

2.1 Conceptos básicos de seguridad.

La aplicación de la seguridad no debe considerarse como un fin en sí mismo, es más bien un medio para alcanzar los objetivos primordiales de orden legal, social, técnico y económico, aplicando medidas que anulen, disminuyan o transfieran los riesgos existentes mediante el empleo de sistemas preventivos, correctivos y de ataque.

La ingeniería de proyectos de seguridad industrial es la especialidad que se encarga de la aplicación de técnicas, normas, procedimientos, estándares o especificaciones reglamentarias, etc., sustentadas por todas las áreas y experiencias adquiridas en todos los campos encaminados a prevenir o evitar accidentes.

La ingeniería de seguridad en su rama de contra incendio engloba todos los factores de riesgo que puedan dar lugar a accidentes, de los cuales se produzcan daños a personas, bienes materiales y al ecosistema.

Los riesgos a considerar son:

- Incendio
- Explosión
- Terremotos

Daños por fenómenos meteorológicos (lluvias, tormentas, huracanes y ciclones).

- Negligencia
- Sabotaje
- Fuego
- Rotura
- Deformación
- Colapso
- Daños por contaminación, etc.

Basados en lo anterior, el ingeniero de seguridad debe evaluar la potencialidad de estos riesgos a fin de evitarlos, determinando el riesgo existente a través de la aplicación de métodos y sistemas para prevención y/o corrección mediante un estudio de alternativas¹.

Los conceptos básicos que el diseñador de seguridad industrial debe considerar entre otros son:

2.1.1 En la planificación se aplican las normas que establecen las distancias mínimas consideradas como seguras entre las áreas de proceso, almacenamiento, servicios, etc., así como la distancia entre equipos, tanques, diques, casa de bombas, límites de propiedad y asentamientos humanos y la dirección de los vientos.

2.1.2 Se deberán planear la instalación de centros y cuartos de control de emergencias con sistemas de comunicación eficientes, tales como teléfonos, alarmas, radios, etc.

2.1.3 En la localización y construcción de edificios y áreas administrativas, bodegas, almacenes, áreas de proceso, etc., deberá preverse la existencia de riesgos a fin de minimizarlos o eliminarlos.

2.1.4 Los cuartos de control deberán contar con un sistema de ventilación de presión positiva para evitar atmósferas peligrosas en su interior, debiendo emplear en su construcción materiales y acabados resistentes al fuego, cuando así se establezca en las bases de diseño.

2.1.5 Las bodegas y almacenes de materiales inflamables y/o combustibles se localizarán en áreas separadas a las de proceso para evitar riesgos de incendio.

2.1.6 En áreas de oficinas, bodegas y lugares donde el fuego sea o pueda ser confirmado, se recomienda el uso de detectores de humo, calor, temperatura y rociadores cuando así se establezca en las bases de diseño.

2.1.7 En áreas de proceso, cuartos de control y otros lugares que en función al riesgo existente así lo requiera, se deberá prever la instalación de sistemas de detección y alarmas independientemente de los sistemas de protección contra incendio.

2.1.8 Las áreas de proceso y almacenamiento deben contar con accesos adecuados para el combate de siniestros y virtuales emergencias.

2.1.9 Las áreas de almacenamiento y de proceso donde se manejan hidrocarburos, deben contar con una pendiente adecuada para evitar acumulación, encharcamiento de productos y facilitar el funcionamiento de los drenajes.

2.1.10 Los tanques de almacenamiento, además de los sistemas normales de medición y las bombas de alimentación deben tener equipos de medición y alarmas de alto y bajo nivel con paro automático, así como la instrumentación requerida para el cuarto de control.

2.1.11 En las áreas de almacenamiento de gas, llenaderas, casa de bombas, cuartos de control y otras áreas que de acuerdo al análisis si así lo requieran, deberá considerarse la instalación de sistemas de detección y alarma tanto de gases, como de flama.

2.1.12 En tanques de almacenamiento atmosférico deberán instalarse sistemas de protección contra incendio para suministrar espuma a través de cámaras y/o inyección subsuperficial cuando así se requiera, el empleo de anillos de enfriamiento quedará condicionado a los casos específicos que así se establezca en las bases de diseño.

2.1.13 Deberá analizarse el uso de sistemas de: Inertización en tanques atmosféricos que almacenen productos de fácil polimerización o inflamables.

2.1.14 Los líquidos inflamables con clasificación NFPA-1B y 1C (NFPA 497), deberán almacenarse en tanques de cúpula flotante.

2.1.15 En las áreas de almacenamiento de gases inflamables en esferas y salchichas, las válvulas de purga y descarga deberán localizarse fuera del dique, considerando un

sistema de doble bloqueo y evitando en lo posible las conexiones bridadas bajo los recipientes.

2.1.16 En esferas y salchichas de almacenamiento de gases inflamables deberán emplearse sistemas de apertura y cierre automático de válvulas.

2.1.17 En áreas de esferas, salchichas, recipientes, acumuladores, compresores, casa de bombas, llenaderas de autotanques y carrotanques, bodegas o almacenes de productos inflamables o solventes y en aquellos casos donde se requiera, en función del análisis de riesgos, deberán emplearse sistemas de aspersion de agua para protección contra incendio.

2.1.18 Los sistemas de aspersion deben contar con doble alimentación, una a través de una válvula automática con operación remota y la otra con válvula manual localizada a una distancia mínima de 15m del equipo a proteger, contando con purgas para vaciar el agua remanente después de su operación y hacer limpieza a los filtros cuando así se requiera.

2.1.19 La instalación de sellos o candados para mantener abiertas las válvulas de bloqueo localizadas antes de las válvulas de alivio de esferas y otros recipientes a presiones deberán indicarse en los planos.

2.1.20 Para recubrir la soportería correspondiente de los recipientes a presión, tanques acumuladores, y otros equipos como los soloaires, compresoras y en general, cualquier arreglo podrá hacerse empleando un material que resista la exposición al fuego durante un mínimo de 3hrs., el cual puede ser concreto normal, concreto refractario o algún compuesto químico aislante.

2.1.21 El sistema de drenaje debe diseñarse con el flujo mayor que resulte del análisis de riesgo o con la máxima precipitación pluvial del lugar.

2.1.22 Las bombas de agua contra incendio en las instalaciones deberán cubrir el riesgo mayor existente o el área de mayor riesgo y cumplir con las siguientes características:

a) Deberán contar en la descarga con válvulas de alivio y con cabezal de recirculación a la fuente de suministro (tanque o cisterna), a fin de facilitar su prueba periódica y verificar su comportamiento.

b) Deberán instrumentarse para arranque neumático cuando la presión y flujo de la red sea menor de 90 psi. Se recomienda contar con bombas "Jockey" que mantenga presionada la red y evitar el arranque continuo de las bombas contra incendio.

c) Las bombas para agua contra incendio con arranque neumático deberán tener dispositivos de venteo (alivio) de acuerdo a lo establecido en el código NFPA.

d) Para garantizar la operación eficiente de las bombas contra incendio se deberá contar con la instrumentación necesaria: manómetros, interruptores de presión, interruptor por alto y bajo nivel, tacómetro, etc.

e) Para accionar las bombas para agua contra incendio, se deberá contar con fuentes de alimentación confiables, tanto para motores de combustión interna como para los eléctricos.

f) Para asegurar el funcionamiento de los motores de combustión interna, la alimentación de corriente deberá estar respaldada por dos bancos de baterías y un cargador.

2.1.23 El equipo y materiales eléctricos deberá especificarse con detalle de acuerdo a la clasificación de áreas peligrosas.

2.1.24 Los sistemas de extinción de incendio en base al gas halón deberán sustituirse por CO₂, ya que el halón afecta la capa de ozono.

Con lo anterior, se está en condiciones de efectuar el desarrollo del proyecto, previendo desde el inicio el impacto socioecológico que causará la operación de las instalaciones referidas.¹

Parte del desafío que tiene el ingeniero de seguridad es usar su conocimiento con la adopción de códigos, normatividad y reglamentos, para convencer al cliente de seguir los diseños innovadores.⁹

2.2 Criterios básicos de diseño

Los sistemas preventivos de protección deben tomar en cuenta los siguientes criterios de diseño.

2.2.1 Bases de usuario.

Consisten en determinar que equipos o instalaciones requieren de protección específica de acuerdo al riesgo que generan.

2.2.2 Factibilidad del proyecto.

Consiste en verificar si las instalaciones a proyectar cumplen con las normas establecidas en lo referente a las distancias, asentamientos humanos, accesos y emisión de productos contaminantes tóxicos o inflamables.

2.2.3 Riesgos.

Determinación de los riesgos que generan las instalaciones hacia el medio ambiente, asentamientos humanos y otras instalaciones.

2.2.3.1 Definir el riesgo mayor de las instalaciones a proteger y el impacto socioecológico. Al determinar el riesgo mayor se deben observar los daños que se causarían en caso de un accidente y el impacto socioecológico ocasionado.

2.2.3.2 Definición de sistemas y métodos para minimizar los riesgos:

En esta etapa se implementan los sistemas a utilizar para la protección de las instalaciones.

2.2.4 Aplicación de normas y especificaciones vigentes.

Debe cumplirse con las normas y especificaciones vigentes en el momento del diseño.

2.2.5 Planificación.

Al iniciar el diseño en el arreglo general (localización de desfuegos, quemadores, torres de enfriamiento, tanques de almacenamiento, etc.) es fundamental considerar la dirección de los vientos reinantes y dominantes, ya que estos arrastran gases, vapores y/o líquidos que pueden afectar las instalaciones, al personal y/o a terceros.

Punto importante son los accesos, ya que de éstos depende llegar a tiempo para atender a una emergencia, atacar un incendio; además, delimitan las áreas cumpliendo con las distancias que deben tener las instalaciones para su mejor operación, y proporcionando las vías de escape necesarias.

2.2.6 Sistemas o equipos a utilizar para el control y ataque del riesgo.

El sistema de protección o ataque se especificará en base al análisis de riesgo, cumpliendo con las normas vigentes¹.

2.3 Identificación de un riesgo

2.3.1 Se entiende por riesgos “toda posibilidad de daño o pérdidas de los recursos humanos o materiales de una empresa”. La seguridad industrial engloba la protección de los peligros accidentales de daño para las personas ajenas, empleados, así como a bienes y la economía de una empresa; la identificación de un riesgo permite conocer peligros de accidente para el personal, las instalaciones de la institución y de terceros¹.

Los incendios, explosiones e intoxicaciones son algunos de los riesgos más importantes a considerar.

Las personas ajenas y los empleados, así como los bienes materiales (equipo, productos y edificios) son los factores de la institución o de terceros que pueden ser dañados.

Gases combustibles, vapores y polvos representan riesgos de explosión cuando éstos son mezclados con aire (o algún otro oxidante) en proporciones entre los límites de flamabilidad alto y bajo. El riesgo de explosión está asociado con la premezcla de un combustible y un oxidante en un ambiente confinado antes que con la introducción de una fuente de ignición⁴.

La identificación de un riesgo como elemento de información permite evaluar las condiciones de seguridad y adoptar las medidas pertinentes para disminuirlo.

Ejemplo:

2.3.2 Identificación de un riesgo.

- a) En edificios administrativos donde normalmente los combustibles son madera, tela, papel, plástico y algunos solventes en pequeñas cantidades, el riesgo mayor se determina ubicando las áreas de mayor concentración de combustible, como pueden ser bodegas y lugares donde existan máquinas copadoras, etc. Una vez ubicadas se selecciona el sistema preventivo y de ataque.

b) En instalaciones industriales se tienen áreas de plantas de almacenamiento y llenaderas donde los combustibles son líquidos inflamables, gases y grasas; igual que en el caso anterior, el riesgo mayor se encuentra en el área con mayor concentración de combustible, que es el patio de tanques y dentro de éste, el tanque mayor y el producto que almacena. Entonces deben seleccionarse los sistemas preventivo y de ataque (cámara de espuma, inyección subsuperficial, anillos de enfriamiento y red de contra incendio, etc.).

En el manejo o almacenamiento de productos combustibles existen riesgos que hay que detectar, ubicar y clasificar de acuerdo a la magnitud del daño potencial que pueda causar en el desarrollo de un proyecto. Primero se identifican los riesgos existentes, determinándose el riesgo mayor en base al tipo de combustible a manejar para así seleccionar el sistema preventivo y de ataque más adecuado.

2.4 Sistemas contra incendio

En el diseño de seguridad industrial de prevención y ataque hay dos tipos: los sistemas fijos y los semifijos.

2.4.1 Sistemas fijos.

Son aquellos que se componen de una instalación completa que no requiere de una fuente externa para su funcionamiento y pueden ser:

2.4.1.1 Agua contra incendio.

Compuesto por fuentes primarias (lagunas, ríos, presas, mares, etc.) o fuentes secundarias (tanques, cisternas, etc.), bombas de contra incendio, anillos de tuberías, hidrantes, monitores, anillos de enfriamiento, sistemas de aspersion en casas de bombas, en llenaderas y edificios, válvulas de seccionamiento que permiten desviar el flujo hacia el área de ataque o sacar de operación a mantenimiento secciones de la red.

2.4.1.2 Sistemas dosificadores de espuma de presión balanceada.

Formado por válvulas, tuberías, conexiones, bombas, tanque de almacenamiento y dosificador, que envía las demandas variables de solución agua espuma a las cámaras, inyección subsuperficial, hidrantes monitores y aspersores.

Este sistema se emplea en agencias de ventas y baterías de separación.

2.4.1.3 Sistema de agente limpio y sistema de CO₂ para proteger cuartos de computación o turbogeneradores.

Consta de cilindros de almacenamiento a presión, tubería de distribución, detectores de flama, tablero de distribución, etc. Generalmente estos sistemas son automáticos.

2.4.2 Sistemas semifijos.

Son los que requieren de una fuente complementaria para su funcionamiento; estos sistemas son:

2.4.2.1 Sistema de espuma.

Conjunto integrado por las tuberías que parten del dique del tanque, con conexiones hembra giratorias para inyección a presión de la solución espumante a las cámaras o a los dispositivos de inyección subsuperficial.

Estos sistemas se emplean en las áreas de almacenamiento de las refinerías y complejos petroquímicos, instalaciones de producción primarias y otras, ya que por la cantidad de tanques la instalación de un sistema fijo sería muy costosa y que este tipo de instalaciones cuenta con centrales de contra incendio equipadas con carros contra incendio y personal calificado.

2.4.2.2 Los extintores por su capacidad se utilizan para atacar conatos de incendio, nunca para incendios declarados y su número se determina según las unidades de riesgo requeridas, ubicándolos en puntos estratégicos.

Existen gran variedad de extintores y agentes que serán tratados en el capítulo 3.

2.5 La seguridad y el equilibrio ecológico.

La exploración, explotación, transformación, distribución del petróleo y de sus productos derivados hace que prácticamente en todo el territorio nacional exista algún tipo de instalación petroquímica, de ahí la importancia de aplicar la seguridad para la preservación del medio ambiente.

A fin de que la influencia del desarrollo industrial en el entorno humano no destruya el equilibrio ecológico, es necesario evitar cambios sustanciales, tratando de que tal desarrollo sea armónico con el medio ambiente.

La participación de la seguridad en el diseño del proyecto tiene objetivo principal establecer el marco de referencia ambiental de acuerdo a las normas establecidas, correlacionando estrechamente el desarrollo de la industria petrolera con el medio que la rodea y haciendo énfasis en la protección de los asentamientos humanos, la vegetación y las actividades agrícolas, ganaderas y forestales que se desarrollan en la zona, ya que las actividades que se realizan y las características propias de los productos que se manejan han propiciado la contaminación tanto de terrenos (pantanosos, agrícolas, forestales) como el aire y el agua, los cuales no se han restaurado o tardan mucho en recuperarse, si se agrega la emisión de contaminantes y los riesgos que se generan por incendios o contingencias, es obligatorio establecer límites permisibles de acuerdo a los reglamentos en vigor de la Ley Federal de Protección al Ambiente.

En el diseño debe considerarse la localización y distribución de la población, la designación de reservas territoriales para el desarrollo urbano y la presencia de instalaciones potencialmente peligrosas.

La definición de parámetros de distanciamiento, debe tener en cuenta el grado de peligrosidad de los volúmenes almacenados y el área del terreno dentro del cual se distribuye el producto fugado uniformemente, para que los compuestos volátiles contenidos formen una nube capaz de originar una mezcla explosiva, independientemente de que se cuente con dispositivos y medidas de seguridad que garanticen la eliminación de los riesgos derivados del manejo de estos productos, las distancias obtenidas podrán ser modificadas en función de la factibilidad técnica de seguridad del diseño¹.

CAPÍTULO 3

3. El Proceso de Diseño de Sistemas de Seguridad

3.1 Desarrollo

La Seguridad Industrial tiene gran aplicación en virtud de los altos riesgos existentes en instalaciones, por la naturaleza misma de los productos que se procesan, manejan y distribuyen, esto hace que la Seguridad Industrial esté presente desde el inicio de cualquier tipo de proyecto ya sea de petroquímica, refinación, almacenamiento, obras sociales o de infraestructura, por lo tanto es importante su coordinación con las especialidades que intervienen en el desarrollo de un proyecto, tales como:

- A) Geotecnia.
- B) Topografía.
- C) Planificación.
- D) Ingeniería civil y arquitectura.
- E) Mecánica.
- F) Proceso.
- G) Sistemas de control
- H) Tuberías
- I) Procuración
- J) Construcción
- K) Puesta en servicio

Estas especialidades proporcionan aspectos técnicos fundamentales para la realización del diseño de los sistemas de protección contra incendio, como las propiedades de los suelos en que se asentarán las nuevas instalaciones, su resistividad, su capacidad de carga, etc., información que tiene elaborada la especialidad de Geotecnia con la cual Seguridad Industrial diseña las redes de tuberías para agua y/o espuma, determinando si éstas deben ir enterradas o instalarse en forma superficial, así como el tipo de protección anticorrosiva que se deberá aplicar.

Una vez conocidos los aspectos geológicos correspondientes, interviene la especialidad de Topografía quien elabora los planos respecto a las posiciones relativas de los detalles artificiales y naturales existentes sobre la superficie del terreno, así como los estudios necesarios de mecánica de suelos, para que en base a éstos Planificación conjuntamente con las especialidades involucradas y Seguridad Industrial determinen la distribución de áreas que ocupan las instalaciones y las condiciones de seguridad, tomando en cuenta la normatividad vigente nacional e internacional, para establecer distancias entre instalaciones, evitando con esto la propagación de los incendios y explosiones, así como el desalojo del personal mediante salidas de emergencia, de acuerdo a vientos dominantes y urbanización para facilitar el acceso a todas las partes de la planta, tipos de drenajes: pluvial, aceitoso, etc., ya que al elegir el lugar para una planta, deberá estudiarse cuidadosamente la topografía y los fenómenos meteorológicos, hay que tomar en cuenta que las zonas montañosas presentan ciertos riesgos inherentes.

Una vez concluida esta etapa, y para diseñar adecuadamente la protección contra incendio a las instalaciones administrativas, se establece la necesidad de mantener una relación directa con las especialidades de Ingeniería Civil y Arquitectura, de tal forma que este tipo de instalaciones tenga la funcionalidad y seguridad adecuada, tomando en cuenta los riesgos existentes en las diferentes áreas que formen estas instalaciones como

son oficinas, talleres, almacenes, laboratorios, comedores, bodegas, etc., de acuerdo al servicio que prestan los materiales existentes en su interior y los materiales de construcción.

Las especialidades de Ingeniería Mecánica y de Proceso consideran en la fase de proyecto de una planta a la seguridad industrial, como elemento importante, tomando en cuenta que estará finalmente operada por seres humanos, cuya salud y bienes habrá que proteger, así como los bienes materiales de la institución, lo que obliga a diseñar adecuadamente todos los equipos, apegándose estrictamente a los códigos y estándares vigentes, dotando a las instalaciones con los elementos de control, registro y alarma que permitan la operación confiable y segura, así como los medios de control inmediato en caso de alguna emergencia, tomando en consideración que la mayoría de los procesos químicos son potencialmente peligrosos, porque en ellos se producen materiales inflamables y explosivos.

Una vez dimensionada la red de tubería para el sistema hidráulico de la red de agua contra incendio la especialidad de Tuberías elabora isométricos y maqueta electrónica de la red.

Adicionalmente a los dispositivos de seguridad de los propios equipos, en las plantas de proceso y almacenamiento se requiere contar con los medios operativos de ataque a las contingencias, para lo cual se diseña específicamente los sistemas de detección supervisados y especificados por la especialidad de sistemas de control, protección contra incendio con los agentes para extensión, enfriamiento y apoyo adecuado a los requerimientos del proyecto, lo cual se vio en detalle en capítulos anteriores¹.

Definido el sistema de contra incendio, el especialista de seguridad elabora requisiciones de todo el sistema para que la especialidad de Procuración obtenga los precios y haga el mejor juicio para tener la cotización y compra del equipo que cumpla técnicamente y económicamente represente la mejor opción.

El equipo y material del sistema se entregan en el sitio donde los especialistas de Construcción montan de acuerdo a planos aprobados y finalmente Puesta en Servicio hace las pruebas, las avala y entrega el sistema al cliente.

CAPÍTULO 4

4. Desarrollo de un Proyecto

Los sistemas de seguridad industrial forman parte del desarrollo integral de un proyecto, protegen las instalaciones y el medio ambiente mediante dispositivos preventivos y de ataque para extinción de incendios y evitan impactos a la ecología de la región, por lo que requieren un adecuado diseño de las redes para agua contra incendio, drenajes, líneas de venteo, quemadores de fosa (elevados y sin humo)

4.1 Desarrollo del proyecto

En el diseño de un proyecto se establece una guía de diseño para formar el criterio general entre la coordinación y los diseñadores, para que los proyectos de esta especialidad sean congruentes y satisfagan las necesidades requeridas de protección, con eficiencia y calidad.

En la elaboración de un proyecto se distinguen las siguientes fases:

1. Estudio de factibilidad del proyecto
2. Desarrollo de la ingeniería básica
3. Desarrollo de la ingeniería de detalle
4. Procura de equipo y materiales
5. Construcción
6. Operación

4.2 Estudio de factibilidad de un proyecto

Un proyecto debe estar justificado técnica, económica y socialmente; los beneficios económicos y sociales esperados deben estar de acuerdo con la inversión y operación para determinar la factibilidad de un proyecto, éste debe estar bien fundamentado y definido en su totalidad.

Al planear el desarrollo de un proyecto, se evaluará técnicamente, partiendo de que debe estar seguro y con la protección adecuada para no generar riesgos que pongan en peligro la integridad del hombre, el ecosistema y las propias instalaciones de la planta petroquímica.

A continuación se enuncian los factores e información que deben considerarse para el desarrollo del proyecto.

1. Objetivos y justificación
2. Ubicación y descripción general del proyecto
3. Nombre del proyecto, número y partida presupuestal
4. Descripción del proyecto
5. Capacidad proyectada y/o de producción
6. Vida útil de proyecto
7. Programa de trabajo
8. Localización del proyecto

- Estado
- Localidad
- Municipio
- Zona urbana, suburbana o rural
- 9. Situación legal del terreno
- 10. Superficie
- 11. Colindancia
- 12. Vías de acceso
- 13. Autorización de uso de suelo de acuerdo a normas y regulaciones
- 14. Recursos naturales que serán alterados
- 15. Requerimientos de energía eléctrica
- 16. Requerimientos de agua
- 17. Medidas de seguridad para el almacenamiento y/o producción.
- 18. Emisión de residuos generados a la atmósfera en volumen por unidad de tiempo.
 - Humos
 - Gases
 - Partículas
- 19. Caracterización de las aguas residuales, su vertimiento a los diferentes tipos de drenajes y su tratamiento antes de ser vertido al cuerpo receptor.
 - Pluvial
 - Sanitarios
 - Aceitosos
 - Químicos
 - Sólidos industriales
- 20. Factibilidad del reciclaje
- 21. Niveles de ruido
- 22. Posibles accidentes
- 23. Planes de emergencia
- 24. Modificación del ecosistema
 - Impacto a la hidrología
 - Efectos en la fauna terrestre y acuática
 - Efectos en la flora
- 25. Modificación al medio socio-económico

En este punto deberán considerarse las características de la localidad donde se desarrollará el proyecto, definiendo su distancia con:

- Zonas de asentamientos humanos (viviendas)
- Corredores industriales
- Centros educativos
- Centros de salud
- Centros de recreo

- 26. Medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales identificados.

Cumplidos los puntos anteriores se procede la identificación y análisis de los riesgos, para cubrirlos o minimizarlos mediante la implementación de sistemas preventivos y de ataque.

4.2.1 Localización general

Para definir la localización de una planta o instalación industrial o cualquier obra social deben considerarse una serie de factores (estudio de factibilidad de un proyecto). Existen aspectos de seguridad que deben estudiarse por separado, ya que su aplicación está determinada por factores como: tipos de instalación, peligrosidad relativa de los fluidos a manejar, integración de la planta de un complejo, planes de expansión o modificación a futuro, también se debe analizar la ubicación y la planificación de una planta industrial con respecto a la dirección de los vientos reinantes y dominantes, cuando en los procesos existan desprendimientos de humos, vapores, gases tóxicos y/o explosivos.

En caso de que existan chimeneas o quemadores, éstos deberán ubicarse de manera que los vientos no arrastren hacia ellos vapores inflamables en caso de fuga. Esto es aplicable para instalaciones en tierra y mar adentro.

En algunas plantas hay equipo que representa un alto peligro para la integridad tanto del personal como de las instalaciones, pero en condiciones normales de operación, sino sólo en caso de siniestro en estas circunstancias, deberán dejarse espacio suficiente entre los equipos y otras instalaciones.

Otros factores que deben tomarse en cuenta son:

1. Disponibilidad de derecho de vía para corredores de tubería
2. Suministro y reuso de agua y su almacenamiento
3. Suministro de corriente eléctrica
4. Puntos para segregación de drenajes
5. Areas disponibles para expansiones futuras
6. Características sísmicas de la región

Con la aplicación de los puntos señalados se define la localización general debiendo cumplir con el reglamento de la ley general de equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

4.3 Desarrollo de la ingeniería básica

La ingeniería básica de un proyecto está constituida por documentos y planos que definen en forma general las características que lo conforman:

La información que forma el "Paquete de Ingeniería Básica" para los proyectos de seguridad industrial puede ser la siguiente:

- Descripción general de la planta.
- Bases de diseño.
- Programa de desarrollo en tiempo y horas-hombre.
- Diagrama mecánico de flujo
- Localización general
- Otros planos necesarios.
- Evaluación del riesgo mayor.
- Memoria de cálculo

- Índice de líneas de la red de agua y espuma contra incendio
- Hoja de datos de equipo a requisitar
- Diagrama de balance de agua contra incendio (cuando se requiera)
- Memoria descriptiva
- Localización de detectores (cuando se requiera)

Es necesario efectuar la evaluación del proyecto con el seguimiento del programa previsto o si se requiere: tomar medidas correctivas reprogramando debido a cambios en el alcance, para corregir las divergencias en la planeación original.

4.3.1 Plano de diagrama mecánico de flujo para el sistema contra incendio

El diagrama mecánico de flujo es una representación gráfica del sistema de contra incendio donde están los datos de entradas y salidas de agua y espuma, así como la información de los equipos que lo integran; la elaboración de un diagrama mecánico de flujo debe contener lo siguiente:

- A) Equipo y sistema de contra incendio indicando la interrelación de equipos y sistemas de acuerdo a la secuencia de flujo de agua o espuma empleada para contra incendio, desde su fuente de suministro hasta el lugar donde se usará.
- B) Simbología uniforme para los equipos de seguridad, y la información para que éstos sean fácilmente identificados.
- C) Identificación con una clave y las notas necesarias de todos los equipos.
- D) Principales características de los equipos (gasto, MPS, BHP, presión de descarga y succión, alimentación eléctrica y, en caso de ser de combustión interna, características del motor y tipo de combustible, etc.)
- E) Diferenciar mediante calidad de dibujo las líneas existentes de las de proyecto de la red de contra incendio.
- F) Instrumentación necesaria en el sistema con las notas respectivas.
- G) La red de contra incendio estará constituida a base de anillos o circuitos para mayor flexibilidad y eficiencia en el sistema contra incendio, con sus respectivas válvulas de seccionamiento.
- H) Las notas necesarias para completar la información
- I) Simbología usada en el diagrama.

4.3.2 Plano de localización general de la red contra incendio

Se desarrolla sobre el plano validado de localización general del centro de trabajo proyectado (refinería, complejo petroquímico, agencia de ventas, centro administrativo, etc.) incluyendo la red contra incendio, su trayectoria, diámetros, su seccionamiento mediante válvulas de compuerta, distribución de hidrantes y monitores, y en general los

sistemas fijos y semifijos, para el ataque a incendios, ubicación de cobertizo, de fuente de suministro de agua y su capacidad de acuerdo a normas.

A continuación se describen los conceptos que debe contener un plano de localización general de la red de agua contra incendio.

1.-Localización a escala mediante un sistema cartesiano de coordenadas con los datos siguientes:

- A) Límite de baterías y de áreas
- B) Límite de propiedad
- C) Equipos principales
- D) Distribución de las áreas de almacenamiento o de proceso, así como los tanques de agua
- E) Edificios en general, incluyendo talleres y almacenes
- F) Equipos que constituyen los sistemas de bombeo de agua para contra incendio y fuente primaria de abastecimiento
- G) Corredores de tubería de proceso y rutas de tubería que conforman la red de agua contra incendio.
- H) Avenidas y calles.

2.- Norte geográfico

3.- Dirección de vientos dominantes y reinantes

4.- Título y/o clave de cada uno de los equipos, sistemas, edificios y áreas principales (incluyendo áreas futuras) y de las líneas que constituyen la red de agua contra incendio.

5.- Croquis de localización del centro industrial con respecto a la zona geográfica a la que pertenece, indicando las vías de comunicación correspondientes indicando las distancias entre equipos, áreas de almacenamiento con respecto a diques, otras áreas de proceso, límites de propiedad y asentamientos humanos.

4.3.3 Plano de detalle

Este plano muestra en forma objetiva y detallada las características de los equipos, materiales y accesorios que conforman el sistema de protección y seguridad. Dentro de los planos de detalles se encuentran los siguientes:

A) Plano de detalles en edificios

Se indica la ubicación y las características de los sistemas de seguridad en un edificio de oficinas, almacén, bodega o laboratorio, así como la ruta de sus instalaciones. Estos sistemas pueden ser constituidos por detectores, gabinetes para mangueras, red de aspersores, extinguidores, sistemas de alarma, escaleras de emergencia, compartimientos, etc.

B) Plano de detalle en instalaciones industriales

Se muestra el arreglo de tuberías para los equipos y sistemas contraincendio (sistemas de inyección superficial y subsuperficial), además de los detalles de la entrada de inyección de espuma y de las cámaras de espuma, incluye detalles de los

monitores, hidrantes, válvulas check y de compuerta, orificios de restricción y dimensiones, recubrimiento anticorrosivo de tuberías, registro para válvulas, canastillas para mantenimiento de cámaras de espuma, etc.

Así como los sistemas de aspersión u otros sistemas que se empleen.

4.3.4 Hojas de datos de equipos

En base a las especificaciones del proyecto y a la ingeniería de seguridad industrial se determinan las características de los equipos necesarios (bomba contra incendio, paquete de presión balanceada, motores eléctricos, de combustión interna, etc.). Estos equipos para ser especificados, requieren una “hoja de datos técnicos necesarios”, “la hoja de datos de equipo” debe contener los siguientes datos: No. de proyecto, tipo de equipo, servicio, clave de equipo, cantidad y tipo de accionadores, condiciones de operación, construcción, pruebas necesarias, códigos y normas aplicables, además debe contener conceptos que cada concursante, y en su oportunidad el proveedor, habrá de llenar con las características principales (componentes y accesorios del equipo propuesto).

“La hoja de datos de equipos” es un documento auxiliar que compromete al proveedor a cumplir con lo solicitado, anotando desviaciones y excepción del equipo cotizado, lo que permite adquirir el equipo más eficiente; así mismo en ésta se especifican las pruebas que se requieren y se solicitan los certificados de las mismas. De los equipos se tienen dos hojas de especificación, que son:

Bombas centrífugas	HD-BA-No. de requisición
Motores eléctricos	HD-ME-No. de requisición

4.3.5 Diagrama de balance de agua contra incendio

Al inicio del diseño de una planta se elabora el diagrama de balance de agua, considerando usos para:

- A) Proceso
- B) Potable
- C) Sistema de enfriamiento
- D) Servicios hidrosanitarios
- E) Generación de vapor
- F) Construcción
- G) Sistema contra incendio

Las fuentes de abastecimiento de agua pueden ser:

- 1.-Primaria (ríos, lagos, pozos, etc.)
- 2.-Secundaria (tanques elevados, cisternas, tanques de almacenamiento, etc.)

Los pozos de agua con frecuencia constituyen la fuente de abastecimiento; el agua contra incendio será de preferencia dulce, no potable y limpia.

4.3.6 Memoria de cálculo

La memoria de cálculo es el documento realizado en base a los riesgos a proteger, considerados en el proyecto en función de las características de los materiales que se almacenen o se procesen, y del equipo e instalaciones necesarios.

La memoria de cálculo debe ser clara y detallada, forma parte integral del diseño, en ella se deben aplicar los conocimientos de la especialidad, experiencia y criterio del proyectista, utilizando códigos, normas, reglamentos, especificaciones, estándares y catálogos de proveedores de materiales y equipo, la memoria de cálculo de un sistema contra incendio debe contener:

- A) Nombre del proyecto
- B) Número y ubicación del proyecto
- C) Cálculos generales del sistema contra incendio

4.3.7 Memoria descriptiva del sistema contra incendio

A) Descripción y objetivo

La memoria descriptiva es un documento que resume claramente las características de las instalaciones a proteger de acuerdo a los riesgos que generan, así como la descripción y operación de los equipos que integran el sistema de protección y seguridad, con el propósito de que dichos equipos se utilicen de acuerdo al diseño.

B) Contenido

La memoria descriptiva deberá contener como mínimo los puntos siguientes:

B1- Datos básicos del diseño

Se informan los parámetros considerados para el diseño de los sistemas de protección de acuerdo con los productos a manejar o almacenar, tipo de tanques de almacenamiento, equipo del proceso y servicios auxiliares.

B2- Definición del sistema empleado para protección de las instalaciones en base al riesgo mayor, definiendo las áreas que se consideran altamente riesgosas y las necesidades para cubrir el riesgo que generan estableciendo su capacidad de los equipos de bombeo requeridos para tal fin.

B3- Indicar el sistema empleado para la protección de los tanques de almacenamiento y el equipo que constituye el sistema.

- a) Hidrantes y monitores
- b) Cámaras de espuma
- c) Inyección subsuperficial
- d) Anillos de enfriamiento en su caso

B4- Sistema a base de espuma

Indicando las características del equipo generador de espuma como rango de operación, capacidad del tanque de almacenamiento de la solución espumante, tipo, gasto y potencia de bombas y accionadores, etc., así como el procedimiento general de servicio.

B5- Red general de agua contra incendio

Se indican las características de la red general.

- B5.1- Red general de agua contra incendio
- B5.2- Diámetro de succión y descarga de las bombas
- B5.3- Diámetro de las líneas de tubería de agua y de espuma
- B5.4- Agua necesaria y capacidad del tanque de almacenamiento
- B5.5- Extinguidores como apoyo

C) Referencias y datos técnicos

En la memoria descriptiva se debe anotar el número de las normas, códigos, especificaciones, estándares y catálogos utilizados como sostén de diseño.

4.4 Procura de Materiales

4.4.1 Dictamen técnico e información de fabricante

El dictamen técnico es un documento comparativo tabulado con las características técnicas de cada fabricante que cotiza.

La información del material o equipo del fabricante que se suministra a través de una cotización con los siguientes datos:

- A) Cantidad y descripción del material o equipo cotizado, anexando literatura técnica, dibujos y los planos que se requieran.
- B) Precio
- C) Peso estimado
- D) Tipo de cotización
- E) Descuentos comerciales y por volumen
- F) Condiciones de pago
- G) Plazo de entrega

Recibidas las ofertas o cotizaciones se selecciona al proveedor mediante la tabulación y análisis de los factores siguientes:

- 1- Especificaciones
- 2- Precio y cláusulas de aumento
- 3- Tiempo de entrega
- 4- Condiciones de pago
- 5- Condiciones generales
- 6- Garantía
- 7- Fletes
- 8- Cláusulas laborales
- 9- Métodos de embarque

Mediante el “cuadro técnico comparativo” se evalúan las características de cada vendedor.

4.4.2 Evaluación de un dictamen técnico

En el formato debe anotarse lo siguiente:

- A) Datos generales.- En la parte superior del formato “cuadro técnico comparativo” se anota: número, descripción y ubicación del proyecto, número de requisición de material o equipo, fecha de realización del dictamen técnico. Se debe numerar la cantidad de hojas de que consta el dictamen.
- B) En la primera columna del formato se anota en forma creciente del 1 al “N” (número) la cantidad de concepto a evaluar.
- C) En la segunda columna se describe brevemente cada concepto a evaluar.
- D) En la tercera columna se anotan las características y especificaciones de los materiales o equipos requeridos en el proyecto.
- E) A partir de la cuarta columna y subsecuentes, en la parte superior se anota el nombre del concursante a evaluar indicando en cada renglón “si cumple”, “no cumple”, o los datos con desviación aceptable (D/A) comparados con las especificaciones del cliente anotadas.
- F) Se realiza un resumen de la evaluación técnica, incluyendo únicamente los conceptos y especificaciones técnicas requeridas mas importantes comparadas con las de cada concursante.
- G) Se elabora una lista en orden preferencial de los concursantes que cumplen técnicamente con observaciones, si las hay.
- H) Concluido el cuadro técnico comparativo lo firman los responsables de su elaboración, el representante de la gerencia de la rama operativa, en caso de que lo solicite.
- I) Los originales del cuadro técnico comparativo se envía a Adquisiciones, para que junto con la oferta comercial se dictamine el proveedor seleccionado.

CAPÍTULO 5

5. Sistemas Especiales de Protección Contra Incendio

5.1 Características generales

Cada situación de fuego requiere una fuente inicial de calor, de combustible y algo más que los ponga juntos, ese algo casi siempre es un componente humano, usualmente un acto u omisión que une al calor con el combustible o algunas veces es debido al efecto de un error en el diseño de la instalación. Para que exista fuego, éste requiere de oxígeno y reacciones químicas, las cuales pueden ser el punto de ataque de algunos de los sistemas de supresión. Sin embargo, los tres componentes: calor, combustible y error humano son los aspectos que se pueden atacar para prevenir el fuego³.

Los sistemas empleados en el combate al fuego se determinan en función al análisis y cuantificación del riesgo existente y de las condiciones generales de la instalación (planta, edificios, etc.) a proteger.

Estos sistemas se clasifican en fijos y semifijos, incluyéndose dentro de los semifijos los llamados equipos de protección portátil.

Como se establece más adelante el combate al fuego se puede hacer empleando agua, polvos químicos, espumas y CO₂, dependiendo del riesgo, de la clase de fuego y del sistema seleccionado para extinción del mismo.

El objetivo es proporcionar al diseñador los conocimientos generales y los criterios básicos para la selección, distribución y diseño de los sistemas de protección contra incendio, involucrando el análisis y la determinación del riesgo.

5.1.1 Equipo de protección portátil.

Este equipo contra incendio juega un papel muy importante dentro de la seguridad industrial en las plantas de producción primaria, de proceso, de almacenamiento y distribución en:

Plataformas marinas, oficinas, bancos, hospitales, almacenes, talleres, barcos, aviones, automóviles, etc.

El equipo portátil más común es el “extinguidor”, ya que considerando su disponibilidad, capacidad y fácil manejo, permite su empleo inmediato en el combate de un incendio; esto puede resultar de vital importancia, ya que un incendio es fácilmente controlable en sus inicios.

Por lo tanto, los extinguidores pueden proporcionar protección a instalaciones que por su diseño o capacidad puedan ser protegidas en forma inmediata antes de que entren en operación las instalaciones fijas tales como:

Red de agua contra incendio, hidrantes, monitores, rociadores, sistema de espuma y de enfriamiento, etc., que requieran el empleo de recursos mayores.

Concluyendo, los extinguidores portátiles manuales están empleados como una primera línea de defensa contra incendio de proporciones iniciales y deben instalarse aun en el caso de contar con otros equipos fijos de protección.

Antes de la elección de un extinguidor es importante saber²:

- a) la naturaleza de los combustibles presentes;
- b) las condiciones ambientales del lugar donde va a situarse el extinguidor;
- c) quién utilizará el extintor; y
- d) si existen sustancias químicas, en la zona, que puedan reaccionar negativamente con el agente extintor

Cuando se elija entre distintos extintores, debe considerarse:

- a) si es eficaz contra los riesgos específicos presentes;
- b) si resulta fácil de manejar; y
- c) el mantenimiento que se requiere.

Existen extinguidores de diversos tipos y capacidades; a continuación se da una lista de los diferentes tipos:

De agua, para fuegos tipo "A"

De polvo químico seco, para fuegos tipo "B" y "C"

De bióxido de carbono, para fuegos tipo "B" y "C"

De espuma mecánica, para fuegos tipo "A" y "B"

5.1.2 Clasificación y características de los líquidos combustibles e inflamables.

Líquido combustible: es cualquier líquido cuya temperatura de inflamación es mayor a 37.8°C. Además, para efectos de seguridad, los riesgos ocasionados por líquidos se pueden subdividir en:

- Clase II.- Son aquellos líquidos cuyo punto de inflamación corresponde a 37.9°C más alto, pero menor de 60°C
- Clase III A.- Son líquidos cuyo punto de inflamación corresponde a 60°C o más, pero menor de 93.3°C
- Clase III B.- Son líquidos cuyo punto de inflamación corresponde a 93.3°C o mayor.

Líquidos inflamables: Son aquellos cuyo punto de inflamación es inferior a 37.8°C y con una presión de vapor que no exceda de 2.8 Kg/cm² a 37.8°C (Clase I. NFPA).

Los líquidos clase I (inflamables) se subdividen en:

- Clase IA: Incluye aquellos líquidos cuyo punto de inflamación es inferior a 22.8°C y cuyo punto de ebullición es menor a 37.8°C.
- Clase IB: Incluye aquellos líquidos cuyo punto de inflamación es menor a 22.8°C y cuyo punto de ebullición es igual o mayor a 37.8°C.
- Clase IC: Incluye aquellos líquidos cuyo punto de inflamación es igual o mayor a 22.8°C y menor a 37.8°C.

Clasificación de riesgos de líquidos combustibles e inflamables:

De acuerdo al tipo de producto, la National Fire Protection Association NFPA, los clasifica de la siguiente manera.

Tabla 5.1

Tipo de producto	Tipo de tanque de almacenamiento	Clasificación NFPA
Gasolina Nafta y otros hidrocarburos líquidos	Atmosférico, techo fijo o flotante	IB, IC
Combustóleos y destilados	Atmosférico, techo flotante	II y IIIA
Solventes polares y alcoholes	Atmosférico, techo fijo	Variable
Asfaltos y residuos (con poco agua)	Atmosférico, techo fijo	IIIB
Crudo y recuperado de trampas (todo líquido que contenga agua. Fracciones ligeras en mezcla con fracciones pesadas)	Atmosférico, techo fijo o flotante	Variable

Los materiales combustibles presentan diferentes características de ignición y comportamiento, las fuentes de ignición generalmente son de cuatro tipos:

- a) Flama
- b) Chispas y arcos eléctricos
- c) Superficies calientes
- d) Autoignición

Además del material combustible y del calor se requiere la presencia de oxígeno para generar la combustión, a continuación se describen los agentes que se consideran como fuentes de ignición:

Flama de corta duración.- Inicia la combustión de la mezcla aire-combustible que esté en los límites de flamabilidad.

Flama continua.- Puede volatilizar sólidos o líquidos combustibles e iniciar la combustión del vapor generado.

Chispas y arcos eléctricos.- La descarga de corriente eléctrica a través de una abertura entre dos objetos cargados eléctricamente, se considera como fuente de ignición, electricidad estática, tormentas eléctricas, rayos, etc.

La temperatura de una chispa eléctrica generalmente está por encima de la temperatura de inflamación capaz de prender vapores inflamables por su intensidad y duración, generan suficiente calor para la combustión.

Un arco eléctrico se presenta cuando un circuito energizado se interrumpe ya que la energía eléctrica que fluye tenderá a mantener el flujo, por esta razón resulta más peligroso abrir interruptores que cerrarlos.

Rayo es la descarga eléctrica de una nube sobre una carga opuesta ubicada en otra nube o en la tierra; desarrolla altas temperaturas sobre los materiales que se encuentran en su trayectoria y descarga en puntos altos como antenas o chimeneas.

Superficies calientes.- La fricción entre dos superficies que se mueven la una sobre la otra generan electricidad estática.

El acumulamiento de electrones generados por la fricción entre dos superficies da lugar a voltajes muy elevados en el material, al llegar a un nivel crítico se descarga en forma de chispa, suficiente para iniciar una explosión en polvos o vapores inflamables.

5.1.3 Selección de equipo portátil de acuerdo al agente extintor.

Los extinguidores portátiles o móviles (montados en ruedas), están diseñados para los incendios de extensiones reducidas y son útiles sobre todo para emplearse en situaciones de emergencia, por eso es vital que puedan operarse con sencillez.

5.1.3.1 Clasificación de extinguidores.

Las especificaciones de servicio (uso), construcción, pruebas y mantenimiento de los extinguidores se rigen principalmente por las siguientes normas: Underwriter Laboratories (UL/EE.UU.), Underwriter Laboratories of Canada (ULC/CANADA) y National Fire Protection Association (NFPA/EE.UU.).

Para facilitar la selección de un extinguidor, la NFPA clasifica en su estándar la clase de fuegos de la manera siguiente.

Clase "A"	Son fuegos que se presentan en materiales combustibles sólidos como: papel, algodón, paja, heno, cuero, lana, madera, carbón, etc., que para su extinción necesitan los efectos de enfriamiento o absorción de calor que proporciona el agua, las soluciones acuosas o los efectos protectores de ciertos polvos que retardan la combustión.
Clase "B"	Son fuegos de líquidos combustibles o inflamables, gases, grasas y materiales similares como: alcohol, gasolina, kerosina, crudo, aceites, grasas, hidrógeno, metano, etano y materiales similares, cuya extinción se logra eliminando el aire (oxígeno), inhibiendo la emisión de vapores de combustibles e interrumpiendo la cadena de reacción de la combustión.
Clase "C"	Son fuegos de equipo, maquinaria y cableado eléctrico bajo tensión, en donde la seguridad de la persona que opera el extinguidor exige el empleo de agente de extinción que sean "no" conductores de la electricidad.
Clase "D"	Son fuegos de ciertos metales combustibles como: Magnesio, Sodio, Potasio y otros, que requieren un medio extintor que absorba el calor, sofoque y que no reaccione con los metales incendiados.
Clase "E"	Incendios de materiales con carburante autocontenido como los explosivos, propulsores de cohetes, etc.

Por lo que concierne a los incendios que pueden ocurrir en una petroquímica, planta de almacenamiento y distribución, oficinas, hospitales, barcos, talleres, etc., éstos se limitan a los de las clases de A, B, y C.

5.1.3.2 Tipos de extinguidores.

A efecto de que el equipo portátil con que se cuente sea el apropiado, es necesario que exista un conocimiento de las clases de incendios que puedan suscitarse en cada área de la instalación a proteger, asimismo, es necesario un conocimiento a fondo del tipo de equipo extinguidor más adecuado para combatir la clase de incendio que se suscite.

Los diferentes tipos de extinguidores son:

a) Extinguidores de agua

Se emplean en incendios "A" debido a las propiedades de enfriamiento que tiene el agua; tienen una capacidad de 9.5 litros (2.5 galones).

Nomenclatura para identificar o especificar un extinguidor de agua

1	2	3
A	2½	P

Donde:

A = Agua
 2½ = Capacidad nominal de extinguidor en galones
 C = Equipado con "cartucho" o "cápsula"
 P = Presión Contenida

b) Extinguidores de polvo químico seco (PQS)

Existen tres clases de extinguidores de polvo químico seco que son:

- 1.- A base de bicarbonato de sodio, para combatir incendios tipo BC.
- 2.- A base de bicarbonato de potasio para combatir incendios tipo BC.
- 3.- A base de fosfato monoamónico para combatir incendios tipo ABC.

Las capacidades de los extinguidores PQS con cartucho y presión contenida es: 2.27, 4.54, 9.8 y 13.62kg (5, 10, 20 y 30lb), respectivamente con cilindro de nitrógeno montado sobre ruedas: 50, 68 y 159 (110, 150 y 350lb), respectivamente.

Nomenclatura para la clase de extinguidores PQS

PQS	10	S	SC
-----	----	---	----

PQS = Polvo químico seco
 10 = Capacidad nominal de extinguidor en libras
 S = Bicarbonato de sodio
 P = Bicarbonato de potasio
 F = Fosfato monoamónico
 C = Con cartucho o cápsula
 P = Presión contenida
 N = Con cilindro de nitrógeno

c) Extinguidor de bióxido de carbono.

Esta clase de extinguidor sirve para atacar fuegos tipo BC, mediante la exclusión del oxígeno de la superficie del material que esté ardiendo. Su acción se limita al área de contacto. Es no conductor de la electricidad, no corrosivo y no se congela. La capacidad nominal de estos extinguidores es la siguiente.

Portátiles manuales.

2.2, 4.54, 6.81 y 9.08 kg (5, 10, 15 y 20lb).

Montados sobre ruedas:

23, 34, 45 (50, 75 y 100lb).

Nomenclatura para los extinguidores de bióxido de carbono.

BC 10

BC = Bióxido de carbono.

10 = Capacidad nominal en libras.

d) Extinguidores de espuma mecánica.

Se emplean para fuegos tipo A B, sus componentes son a base de solución espumante al 3% y su capacidad nominal es de 9.5 litros (2½ gal.) para el manual y de 151 litros (40gal.) para el montado sobre ruedas.

Su composición consiste de solución acuosa de bicarbonato de potasio con estabilizadores de espuma y al mezclarse con una solución de sulfato de aluminio se forma bióxido de carbono.

Esta espuma constituye una de las mejores formas de extinguir incendios de petróleo o de líquido inflamable, pero no sirve para alcoholes, éteres, adelgazadores de lacas, bisulfuro de carbono ya que se pueden originar reacciones químicas.

Su capacidad nominal es igual que los de espuma mecánica.

Nomenclatura para extinguidores de espuma mecánica química.

EM 2½ LEC

Donde:

EM = Espuma mecánica

EQ = Espuma química

2½ = Capacidad nominal en libras

LEC = Equipado con cartucho o cápsula

BSSA = Bicarbonato de sodio y sulfato de aluminio

LEN = Líquido espumante equipado con cilindro de nitrógeno

5.2 Cálculo de unidades de riesgo y distribución de extinguidores contra incendio.

Se debe instalar extinguidores en áreas de proceso, unidades de servicio, almacenes, talleres, etc., en cantidad suficiente para combatir los incendios de materiales sólidos que

forman brasa (clase A), de líquidos inflamables y combustibles, gases y grasas (clase B), y de los generados en o por equipos eléctricos (clase C).

Los extinguidores serán de tipo y capacidad establecida y su elección se hará de acuerdo con la clase de riesgo a proteger, considerando las características del lugar.

5.2.1 Determinación de unidades de riesgo para fuegos clase "A".

Para los incendios clase "A", según el tipo de riesgo (moderado o grave), se debe considerar como una unidad de riesgo, el valor obtenido en función al área y las características de ésta, como se indica en la tabla 5.2

Tabla 5.2
Unidades de riesgo de incendios clase "A"

Tipo de riesgo	Lugar a proteger	Superficie equivalente a una unidad de riesgo "A"	Factor
Moderado	Oficinas, bodegas, taller mecánico (productos varios)	125 m ²	0.008
Grave	Almacén (ropa, madera, estopa, papel, etc.) Talleres (carpintería, lonería, etc.)	75 m ²	0.013

Para calcular el total de unidades de riesgo del área, se multiplica la superficie total del local a proteger por el factor correspondiente, en la tabla 5.4 se selecciona el extinguidor que cubra el total de unidades de riesgo determinadas.

Si el área por proteger presenta dificultades debido a la distribución arquitectónica, debe considerarse el uso de extinguidores adicionales.

La distancia entre extinguidores no debe ser mayor de 20m para riesgo grave y de 30m para moderado, según se establece en el código NFPA 10.

5.2.2 Determinación de unidades de riesgo para fuegos clase "B".

Para los incendios clase "B" el riesgo se clasifica en: leve, moderado y grave, dependiendo de la instalación de que se trate y de los materiales que se manejen considerando como una unidad de riesgos los valores derivados de las superficies indicadas en la tabla 5.3

Tabla 5.3
Unidades de riesgo de incendio clase "B"

Tipo de riesgo	Lugar a proteger	Superficie equivalente a una unidad de riesgo "B"	Factor
Incipiente	Patios de tanques, patios y áreas de estacionamiento, oficinas y edificios similares.	50 m ²	0.02

Tipo de riesgo	Lugar a proteger	Superficie equivalente a una unidad de riesgo "B"	Factor
Leve	Planta de fuerza, torre de enfriamiento, calderas y servicios auxiliares, laboratorios. Area de almacenamiento y manejo de tambores con líquidos y combustibles, talleres y bodegas. Areas de almacenamiento de tanques de gas.	10 m ²	0.1
Moderado	Llenado de tambores, con líquidos inflamables, llenado y descargaderas de autotanques con gases o líquidos inflamables. Tratamiento de efluentes.	5 m ²	0.2
Grave	Areas de purga y muestreo. Areas donde se procesan gases o líquidos a una temperatura superior a su punto de inflamación y/o a una presión superior a 1 kg/cm ²	3.3 m ²	0.3
	Equipo de proceso, acumuladores, casas de bombas, compresoras, etc.	3.3 m ²	0.3

1.- Para obtener el total de unidades de riesgo "B" del lugar a proteger se multiplica la superficie total a cubrir por el factor correspondiente en función de la clasificación del riesgo.

2.- Con el valor obtenido se consulta la tabla 5.4, seleccionando el extinguidor (o extinguidores) adecuado para incendios clase "B" con una capacidad que cubra las unidades de riesgo calculadas.

3.- Cuando existan instalados extinguidores suficientes para atacar incendios clase "B", si los riesgos de la clase "A" son moderados, la cantidad de extinguidores para cubrir el riesgo "A" pueden reducirse al 50% (debe considerarse la clase del extinguidor empleado, ya que existen del tipo BC y ABC).

4.- Los extinguidores deberán distribuirse dentro del área a proteger de tal modo que la distancia máxima no sea mayor de 30m y en los límites del área protegida de 15m.

5.- Deberá contemplarse el uso de extinguidores de apoyo, los que normalmente son de 110, 150, 350 y 500 lbs.

Tabla 5.4
Unidades de capacidad de extinción de los diferentes extinguidores.

Clase	Capacidad (lbs)	Unidades de capacidad	
		A	B:C
Polvo químico seco sodio	5		8
	10		12
	20		20
	30		20
	110		80
	150		80
	350		80
Polvo químico seco potasio	5		16
	10		20
	20		40
	30		60
	110		160
	150		160
	350		320
Polvo químico seco ABC monoamónico	10	2	20
	20	4	30
	30	6	40
	110	30	120
	150	30	120
	350	30	120
Bióxido de carbono	5		4
	10		8
	15		12
	20		12
	50	Se utilizan en sistemas de aspersión	
	75		
100			
Agua	2½ gal uso limitado		
Espuma química	2½ gal		4
	40 gal	20	30
Espuma mecánica	2½ gal	2	4
	40 gal	20	30

5.2.3 Determinación de unidades de riesgo para fuegos clase "C".

A los extinguidores de la clase "C" no se les asigna el "valor numérico de capacidad" debido a que los equipos eléctricos están constituidos de varios materiales de la clase "A" y "B", por lo que la selección de los extinguidores debe ir de acuerdo al análisis de los materiales del propio equipo y del área inmediata. Una vez determinado el "valor numérico de capacidad" de los componentes de la clase "A" y "B", se elige el extinguidor más apropiado para el caso o equipo específico.

- 1.- Tamaño del equipo.
- 2.- Configuración y construcción del equipo.
- 3.- Grado de contaminación que se puede tolerar con extinguidor.
- 4.- Rango de alcance de la carga del extinguidor.

En grandes instalaciones como los transformadores de potencia de gran capacidad, salas de computo, etc., se recomienda recurrir a los “sistemas fijos de extinción”, sin prescindir de los extinguidores para los incendios menores.

Los extinguidores apropiados para los incendios de equipos eléctricos energizados son los siguientes:

- a) De gas bióxido de carbono (CO₂)
- b) Polvo químico seco ABC

Colocación de extinguidores.

Los extinguidores de mano se colocan sobre la columna, muros o barandales, a una altura aproximada de 1.5m del nivel del piso, estos lugares serán identificados pintado de color rojo bermellón con franja de 60cm de ancho alrededor de la columna, o un círculo sobre la pared del muro o del barandal, que sobresalga por lo menos 20cm a cada lado del extinguidor para facilitar su señalamiento.

5.3 El agua como agente extintor del fuego.

El agua es el agente de extinción más comúnmente empleado en incendios pequeños, medianos y de grandes proporciones, esto se debe a su fácil manejo, transporte y almacenaje, así como a la abundancia de fuentes de abastecimiento; por su acción extintora se usa para:

- a) Enfriamiento
- b) Sofocación
- c) Emulsificación
- d) Dilución

a) Extinción por enfriamiento

El agua absorbe la mayor parte del calor del incendio cuando ésta se convierte en vapor, siendo su aplicación más eficaz en forma de gotas pequeñas, que son de 0.3 a 1.0 mm de diámetro.

Para obtener mejores resultados el agua se debe aplicar con una velocidad suficiente y capaz de vencer la resistencia del aire, la gravedad, el viento, las llamas y el humo que se produce.

La cantidad requerida para extinguir un incendio dependerá de que tan caliente se encuentre en área incendiada, por lo que la rapidez de extinción del fuego dependerá de la cantidad de agua que se aplique.

La extinción por enfriamiento no es efectiva en líquidos cuya temperatura de inflamación está por debajo de los 38°C.

b) Extinción por sofocación

Al lanzar agua a un incendio, se produce vapor de agua que desplaza al aire sofocando el incendio por la falta de oxígeno.

c) Extinción por emulsionamiento

Este método de efectúa agitando líquidos inmiscibles con lo cual uno de ellos se dispersa en el interior del más denso en forma de minúsculas gotas, se logra la extinción de ciertos líquidos viscosos inflamables mediante la aplicación de agua pulverizada.

d) Extinción por dilución

Los fuegos de materias inflamables hidrosolubles pueden apagarse por dilución. La adición de agua para lograrlo no es práctica frecuente cuando se trata de grandes depósitos.

5.3.1 Usos y limitaciones del agua

Las propiedades físicas que contribuyen para hacer del agua un agente extintor son las siguientes:

- En condiciones normales de presión y temperatura es un líquido estable.
- Calor específico de 1 kcal/kg°C es el calor necesario para elevar la temperatura de 1 kg de agua en un grado centígrado.
- Calor de fusión de 36.1 kcal/kg°C es el calor necesario para cambiar 0.454 kg de hielo a cero grados centígrados a líquido a la misma temperatura.
- Incrementa su volumen 1700 veces al pasar del estado líquido a vapor, desplazando un volumen igual de aire.

El agua como agente para enfriamiento se utiliza para:

a) Detener la liberación de vapores de la superficie de un líquido con la temperatura de vaporización, logrando la extinción del fuego.

b) Proteger al personal de la acción del calor radiante de ataque de fuego.

c) Protección de superficies expuestas a la flama (si la superficie incendiada se calienta a más de 100°C resulta más efectiva).

5.3.2 Sistemas de aplicación de agua.

Con el suministro del agua en forma de chorro directo se obtiene un alcance mayor, pero aplicada en forma de niebla incrementa su poder de enfriamiento y extinción. Los medios más comunes de aplicación se realizan a través de :

- a)Hidrantes
- b)Monitores
- c)Gabinetes (hidrantes en edificio)
- d)Sistemas de aspersion
- e)Camiones contra incendios

a) El hidrante es un dispositivo para salida de agua, integrado a la red de agua contra incendio con una o dos tomas para conectar manguera de 1½"Ø o 2½" Ø (ver figura 5.1) la presión de descarga que debe tener el agua en la salida de los hidrantes más alejados nunca será menor de 7 kg/cm² (100 psi).

Los hidrantes deben ser diseñados para que por cada toma se proporcionen los consumos siguientes:

Tabla 5.5

Diámetro Nominal	LPS	Consumos GPM
38 mm (1½")	6	100
63 mm (2½")	16	250

Las pérdidas a través del hidrante no deberán ser mayor de 0.14 kg/cm² (2lb/pulg²), al operar con su gasto máximo.

La distancia máxima entre hidrantes en las áreas de instalaciones de proceso y almacenamiento de productos altamente inflamables, debe ser de 30 a 50 m, en áreas de almacenamiento de productos deberá instalarse a una distancia no mayor de 100 m y para áreas de edificios administrativos, oficinas, almacenes de productos no inflamables será entre 75 y 90 m, todas estas distancias pueden ajustarse.

b) El monitor o torrecilla es un dispositivo con boquilla regulable, para dirigir agua en forma de chorro directo o niebla y con mecanismo para girar 120° en el plano vertical y 360° en el plano horizontal. Figura 5.2

Los monitores están diseñados para proporcionar el gasto requerido de acuerdo a las instalaciones de proceso, ya sean refinерías, plantas petroquímicas, de almacenamiento de producción primaria y otras, según la siguiente tabla:

Tabla 5.6

Proceso	Consumo	
	LPS	GPM
De refinación	31	500
De petroquímica	63	1000
Plantas de almacenamiento	31	500

Los monitores se deben colocar de acuerdo al alcance que tengan con chorro y niebla en función de la boquilla a disposición, forma y riesgo inerte del equipo a proteger: La presión de descarga del monitor más alejado en una instalación no debe ser menor de 7 kg/cm² (100 psi).

c) El gabinete hidrante es un dispositivo que se utiliza para protección de edificios administrativos, hoteles, hospitales, centros comerciales, bodegas, etc. El gabinete se entrega a la red contra incendio; éste cuenta con unas mangueras generalmente de 1½"Ø de 15 o 30 m de longitud, con un extremo conectado a una válvula de ángulo y en el otro extremo una boquilla para el suministro del agua en forma de chorro directo o en niebla. En el caso de edificios, cada piso se debe considerar como un área diferente.

d) Los sistemas de aspersión de agua se emplean particularmente en recipientes para gas, llenaderas, recipientes que contengan líquidos inflamables, etc., para protegerlos de la radiación de un incendio adyacente, ya que éste incrementa la temperatura y presión de los líquidos y gases almacenados o en proceso.

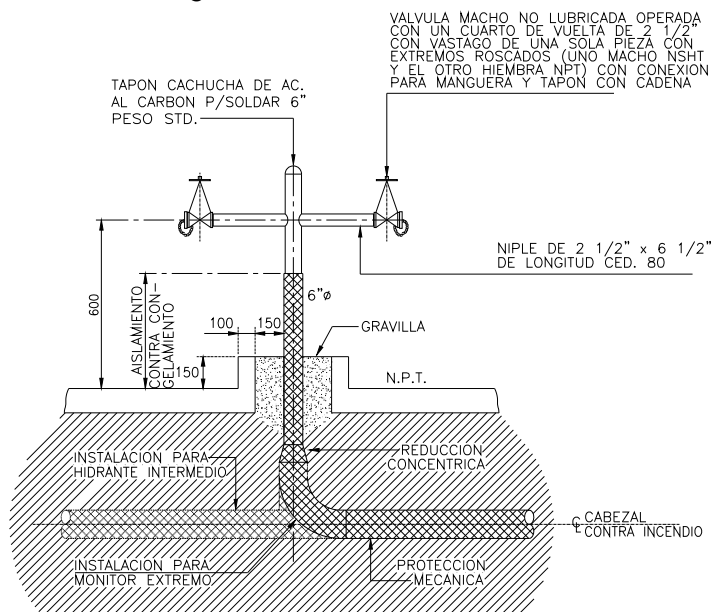
Estos sistemas se emplean con efectividad para:

- Extinción de incendios
- Control de incendios
- Protección a la radiación
- Prevención del fuego

Los requisitos con que debe cumplir un sistema de aspersión son:

- 1.- El sistema de aspersión se diseñará para que se obtenga la cantidad y presión del agua en todas las boquillas en un tiempo máximo de 30 segundos.
- 2.- La densidad o gasto mínimo de aplicación por superficie en tiempo por aspersor, debe ser de 0.10 LPM/m² (0.25 gpm/pie², código NFPA 15).

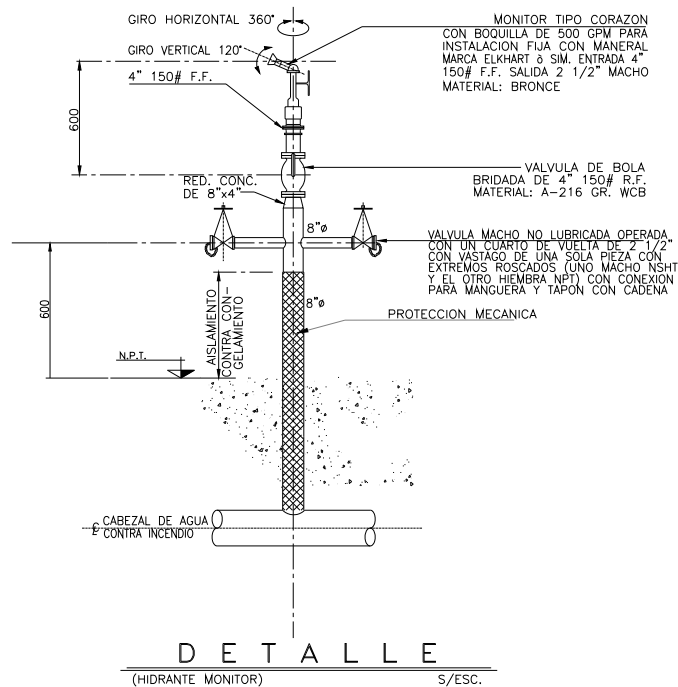
Figura 5.1 Hidrante de dos tomas.



D E T A L L E

(HIDRANTE EN RED CONTRA INCENDIO SUBTERRANEA)
S/ESC.

Figura 5.2 Detalle de hidrante de dos tomas con monitor.



- 3.- El diámetro de la tubería para un sistema de aspersión no debe ser menor de 0.254 m (1 pulg).
- 4.- Se recomiendan velocidades comprendidas entre 1.83 a 2.44 m/seg (6 a 12 pies/seg.).
- 5.- Cada sistema independiente no manejará descarga de agua mayores de 11350 LPM (3000 GPM).
- 6.- El agua para el sistema preferentemente será dulce y libre de sedimentos y materiales extraños.
- 7.- Colocar filtros o mallas en las líneas principales de almacenamiento de agua.
- 8.- El sistema de drenaje debe tener la capacidad suficiente para eliminar líquidos y fluidos que pudieran vertirse durante las operaciones contra el fuego.

Ejemplo: A continuación se muestra la secuencia de cálculo, para la protección de un tanque cilíndrico horizontal.

1: Se calcula el área a proteger del cuerpo $A = \pi \times D \times L$ donde:

- A= Área a proteger en m^2 o pie^2
- D= Diámetro exterior en m o pie
- L= Longitud del cuerpo en m o pie

2: Se determina el área a proteger de las tapas.
Típicamente se usan cuatro tipos de tapas que son:

- Tapa plana Area = *0.7854 x D²
- Tapa toriesférica Area = *0.198 x D²
- Tapa hemiesférica Area = *1.5708 x D²
- Tapa semielíptica Area = *1.09 x D²

* Factores para facilitar el cálculo de las áreas

3: Se determina el gasto requerido de agua para proteger el recipiente.

$Q = A_i P$

Donde:

Q = Gasto requerido de agua LPM o GPM

A_i = Area total a proteger m² o pie²

P = Densidad de aplicación de agua LPM/m²/pie²

4: Se selecciona la boquilla aspersora y se realiza una aproximación del diámetro de la cobertura del cono de aspersión que se quiere obtener sobre la superficie del equipo a proteger. Este puede ser:

- A) Lleno
- B) Hueco
- C) Plano

Para obtener el número de boquillas.

No. de boquillas = (Q requerido) / (Q boquilla)

Las boquillas más utilizadas están en la siguiente tabla.

Tabla 5.7

Tipo de boquilla	Consumo GPM	Presión lb/pulg ²	Angulo Grados
1 H7	22	80	62
1 H10	31	80	71
1H11W	32	80	117

Para mayor detalle ver el Spraying System Co.

5: Con la cobertura de la boquilla seleccionada se realiza la distribución y su espaciamiento.

6: Se realiza el isométrico del sistema con sus dimensiones.

7: Se realizan los cálculos hidráulicos.

e)Camiones contra incendio

Los vehículos (camiones) contra incendio, en la industria petrolera tienen la función fundamental de transportar al sitio donde ocurra un incendio, o exista peligro de ello,

medios apropiados para la extinción del incendio, complementando los sistemas semifijos o atacando directamente.

Los camiones contra incendio se clasifican de la manera siguiente:

- 1.-Camión bomba para agua
- 2.-Camión cisterna
- 3.-Camión con tanque y sistema dosificador para líquido generador de espuma mecánica.
- 4.-Camión con sistema de polvo químico seco.
- 5.-Camión con sistemas mixtos, compuestos por alguna de las combinaciones en los incisos 1, 2 y 3.

Para identificar un vehículo contra incendio y su servicio se utiliza la siguiente nomenclatura.

- 1.-VCI-BA
- 2.-VCI-A
- 3.-VCI-EM
- 4.-VCI-PQS
- 5.-VCI-SM

De donde:

- VCI = Vehículo (camión) contra incendio
BA = Bomba para agua
A = Agua
EM = Espuma mecánica
PQS = Polvo químico seco
SM = Sistemas mixtos

Los vehículos contra incendio se usarán para los siguiente servicios:

- A) Generar espuma mecánica en el sitio de un incendio o de un posible incendio.
- B) Aplicación de agua en forma de chorro, niebla o cortina.
- C) Aplicación de polvo químico seco.

Los camiones contra incendio con sistemas mixtos se usan cuando por la naturaleza de los riesgos a proteger se requiera disponer de dos o mas sistemas en la misma unidad.

5.4 La espuma como agente extintor.

Las espumas contra incendio son una masa de burbujas que contienen aire o un gas inerte y se compone de proteínas solubles en agua, utilizándose como materia prima, proteínas animales como por ejemplo: harina de pescado, cuernos de ganado vacuno, sangre, etc.

Los extractos fluoroproteicos están hechos de sustancias sintéticas a base de ácidos alcoholsulfúricos grasos, generando toda las gamas de espumas, con excepción de la espuma pesada o de baja expansión proveniente del extracto proteico.

La espuma es más ligera que todos los líquidos combustibles, en consecuencia flota, impidiendo al mismo tiempo el acceso del oxígeno al seno de éstos; evitan- do así la

mezcla del aire con los vapores inflamables y separando la flama de la superficie del combustible.

La denominada espuma contra incendio es un producto orgánico o sintético que consiste de una masa estable de pequeñas burbujas constituidas principalmente de tres componentes:

- Agua.
- Extracto espumante que se mezcla con el agua.
- Aire o gas inerte que sirve para inflar la burbuja de "espuma".

Los extractos espumantes son concentrados líquidos que se mezclan con el agua, con una dosificación del 3 al 6% mediante dosificadores o proporcionadores.

5.4.1 Tipos de espuma.

Por medio de la mezcla de agua con extracto espumante se puede producir espuma con un contenido bajo, mediano o alto de aire, éstas se conocen como espumas de baja, mediana y alta expansión, determinándose por un factor que indica el múltiplo por el cual se aumenta el volumen de la mezcla de agua con extracto espumante. Ejemplo: si 1 litro de mezcla genera 7 litros de espuma, la relación será de 1:7 (uno a siete).

Se acostumbra distinguir los tres tipos de espuma de la siguiente manera:

- Espuma de baja expansión con una relación de generación de espuma de 1:20 (factor 20)
- Espuma de mediana expansión, con una relación desde 1:21 hasta 21 a 200 (factor 21 a 200)
- Espuma ligera o de alta expansión con una relación desde: 1.201 hasta 201 a 1000 (factor 201 a 1000)

5.4.2 Usos y limitaciones

Existen fundamentalmente cinco tipos de concentrados espumantes.

a) Líquido proteico. - Está fabricado a base de hidrolizato proteico y otros compuestos como inhibidores del punto de congelación, preservadores y estabilizadores.

b) Líquido fluoroproteico. - Su composición básica es similar a la anterior pero tiene además fluidizantes fluorados sintéticos, los que hacen que la espuma fluoroproteica tenga gran resistencia para absorber el aceite, por lo que al inyectarse en forma subsuperficial en el hidrocarburo se. desplaza fácilmente hacia la superficie, formando una capa espumosa cuya función es la de sofocar, además de que es resistente al fuego.

c) Espuma formadora de película acuosa AFFF (Aqueous Film Forming Foam).- conocida comúnmente como líquido a triple F o agua ligera, combina los efectos de la fluoroproteica con una base sintética que provoca que la espuma no tenga las propiedades de retener el agua reduciendo la tensión superficial de los fluidizantes, creando una rápida película acuosa sobre la superficie del hidrocarburo.

La espuma AFFF muestra efectividad aplicada en líquidos de alta tensión superficial como el combustóleo, el diesel y los combustibles para aviones de acuerdo a sus propiedades

físicas de velocidad, densidad y baja solubilidad en hidrocarburos, este producto se recomienda para suministrarse tanto en inyección subsuperficial como superficial.

d) Espuma para solventes polares: se aplica en líquidos polares inflamables como aminas, éteres, aldehidos y cetonas que son solubles en el agua; son espumas con base sintética a la que se le adicionan aditivos que forman una barrera química insoluble entre el agua, la burbuja de espuma y la superficie del combustible, ya que una espuma normal no es efectiva porque el agua de ésta se disuelve rompiéndose la capa protectora.

e) Espuma alta expansión: este concentrado se obtiene de mezclar fluidizantes y detergentes sintéticos; se usa con equipo que expande la solución agua-espuma entre 100 y 1 000 veces; se utiliza sobre materiales clase "A", o en líquidos clase "B".

Generalmente las espumas proteicas, fluoroproteicas y AFFF, se utilizan como agentes extintores en proporción de 3 partes de concentrado por 97 partes de agua en volumen (3%), 6 partes de concentrado por 94 partes de agua en volumen (6%), para solventes polares, la proporción será el 6% de concentrado.

Las espumas tienen como principal limitante su uso en fuegos clase "C" (equipos con cableado eléctrico bajo tensión), ya que sus componentes, son buenos conductores de la electricidad, lo que pone en riesgo la seguridad del personal, además poseen un cierto grado de corrosividad y son incrustantes lo que dificulta su limpieza.

5.4.3 Sistemas fijos y semifijos para la aplicación de espuma

Para la aplicación de líquidos espumantes se emplean diversos equipos componentes:

- Dosificador o proporcionador
- Bombas proporcionadoras
- Sistemas de presión balanceada
- Proporcionadores de línea
- Aspersores de espuma
- Boquillas para monitores
- Cámara de espuma
- Formadores de espuma para alta contrapresión
- Generadores de espuma de alta expansión

En función del equipo a proteger se pueden utilizar sistemas fijos o semifijos.

5.4.4 Principio de funcionamiento de un sistema fijo de espuma mecánica

El abastecimiento de agua deberá corresponder a la capacidad requerida para el riesgo mayor en función del tipo de líquido espumante a emplear y a los tiempos siguientes:

- Para espuma de baja expansión 120 minutos
- Para espumas de mediana expansión 60 minutos
- Para espuma ligera o de alta expansión 30 minutos

Una bomba succiona el concentrado espumante de su recipiente y lo lleva al dosificador cuando se trata de varios puntos de aplicación simultánea se requiere de un

proporcionador tipo demanda, ya que dosifica siempre el mismo porcentaje de líquido espumante, aunque el flujo de agua cambie.

Normalmente el sistema se pone en servicio en forma manual pudiéndose disparar automáticamente al accionar el sistema de detección de fuego o humo.

Para prever una falla en el abastecimiento del agua o del líquido espumante, las instalaciones fijas deben contar con tomas siamesas, hidrantes, válvulas, etc. para que los bomberos puedan auxiliarlas.

5.4.5. Protección contra incendio a base de espuma en tanques de almacenamiento atmosférico que contengan líquidos inflamables

Esta protección se realiza con sistemas fijos y semifijos instalados en los tanques y son:

- a) Protección con cámaras de espuma.
- b) Protección por inyección subsuperficial.

5.4.6. Cámaras de Espuma.

Este dispositivo se instala de forma permanente en los tanques de almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles, cuya función es generar espuma para eliminar oxígeno.

La espuma se forma en el interior de la cámara y por medio de un deflector se dirige sobre las paredes del tanque y superficie del líquido, en el interior dirige sobre las paredes del tanque y superficie del líquido, en el interior de la cámara se cuenta con un sello de vidrio que impide que el producto almacenado y vapores de éste entren por las líneas de alimentación de solución espumante.

Se emplean comúnmente dos tipos de cámaras denominados I y II.

Tipo I.- Esta clase de cámara se utiliza para la protección a tanques que almacenan líquidos polares, conocidos como “tipo alcohol”.

Tipo II.- Estas cámaras son las más comúnmente empleadas para la protección de tanques atmosféricos que almacenan hidrocarburos, líquidos inflamables o combustibles y polares.

Por su capacidad las cámaras de espuma se clasifican de la siguiente manera:

Tabla 5.8

Tamaño	Capacidad Nominal	
	LPM	GPM
9	341	90
17	643	170
33	1249	330
55	2085	550

5.4.6.1 Requisitos que deben cumplir las cámaras de Espuma.(Tipo I y Tipo II)

- A) Operar a una presión mínima de 2.8 kg/cm² (40 psig).
- B) Ser del tipo que utilice una placa de orificio de acuerdo al gasto requerido.
- C) Contar con un filtro de aire protegido con malla, en la "entrada de aire".
- D) La escotilla de inspección debe ser atornillada con tuercas, para mantenimiento o cambio de sello.
- E) El sello estará sujeto por bridas especiales con tornillos y tuercas de mariposa. F) El vidrio será prerrayado para facilitar su rompimiento a 1 kg/cm² (14 lb/pulg²).
- G) Contar con. brida a la entrada y a la salida.
- H) La cámara tipo I deberá contar con un tobogán soldado a la pared del interior del tanque que permita que la espuma se deslice a través de este con una pendiente 1 a 2 para evitar que la espuma al "caer" sobre el producto almacenado se rompa.
- I) El deflector de la cámara tipo II, se podrá sujetar con espárragos o soldarse a la pared del tanque.
- J) La cámara contará con un certificado de calidad y placa de especificación.
- K) En la requisición se debe indicar que el fabricante de ésta debe proporcionar tablas o gráficas de su comportamiento a diferentes presiones.
- L) Para estimar el diámetro del orificio de la placa se debe utilizar la siguiente fórmula:

$$D = \sqrt{\frac{Q}{29.8K\sqrt{P}}}$$

Donde:

D = Diámetro del orificio de la placa (pulg.)

Q = Gasto a manejar por la cámara (GPM)

P = Presión en orificio PSI

K = Coeficiente del orificio

C = Cada fabricante deberá proporcionar sus propios valores de K para realizar las estimaciones del diámetro teórico del orificio.

LL) Para realizar estimaciones del diámetro del orificio de la placa en forma empírica se podrán utilizar los siguientes valores:

Tabla 5.9

Tamaño de cámara	Factor "K"	Ø Max. Permitido Ø Min. Permitido
9	0.613	0.914 0.641
17	0.624	1.233 0.910
33	0.632	1.825 1.222
55	0.637	2.330 1.808

5.4.6.2 Procedimiento para seleccionar la cámara de espuma.

- Se calcula el área de sección del tanque a proteger.
- De acuerdo al NFPA II se determina la relación de aplicación GPM/pie² LPM/m² de solución.
- Se determina el gasto requerido de solución de acuerdo al área por proteger en base a la siguiente ecuación:

$$Q_r = A \times P$$

Donde:

Q_r= Gasto de solución requerido GPM (LPM)

A= Área del tanque a proteger m² (pie²)

P= Densidad de aplicación solución (LPM/m²) (GPM/pie²)

Con el gasto determinado se selecciona el número y modelo de cámaras a utilizar, así como el diámetro del orificio de la placa de acuerdo a los incisos "A", "L" Y "LL" del punto 5.4.6.1.

Cuando el área a proteger exceda de 2,300 m², se deberá agregar una cámara por cada 400 m² de superficie que limita la circunferencia del tanque.

Para tanques de techo flotante el número de puntos de aplicación (cámaras de espuma) se determina de acuerdo a la circunferencia del tanque, tomando en cuenta las siguientes recomendaciones de NFPA 11.

A) La distancia máxima entre cámaras será de 12.19 m (40 pies) de la circunferencia del tanque, si se utiliza una mampara contenedora de 0.304 m (12 pulg.) de altura.

B) La distancia máxima entre cámaras de espuma será de 24.83 m (80 pies) de la circunferencia del tanque, si se utiliza una mampara contenedora de 0.609 m (24 pulg.) de altura.

Para ambos casos, la mampara debe localizarse a una distancia mínima de 0.304 m (1 pie) y máxima de 0.609m (2 pies), a partir de la pared interior del cuerpo del tanque.

No. de cámaras = Perímetro del tanque / Distancia entre cámaras

En la plataforma superior de acceso al techo flotante y como un recurso adicional, se recomienda instalar un hidrante monitor con boquilla para generar espuma con capacidad de 500 GPM.

Las mamparas de contención de espuma deberán contar con drenaje para su mantenimiento.

5.4.7. Inyección subsuperficial de espuma a tanques atmosféricos verticales de almacenamiento.

El sistema de inyección subsuperficial consiste en producir espuma con formador de alta contrapresión y forzarla a través de una tubería al interior del tanque de almacenamiento de combustible, dicha tubería puede ser la línea de llenado de tanque siempre y cuando cumpla con el diámetro y velocidad especificada o una línea instalada específicamente

para la aplicación de espuma, la espuma pasará a través del producto almacenado en el tanque para formar una capa hermética que separa el oxígeno en la superficie del líquido

El sistema será independiente cuando se diseñan líneas de tubería exclusivamente para el suministro de la espuma; generalmente se recomienda utilizarlo en tanques nuevos o instalarlo en cuanto salgan los tanques a mantenimiento, el sistema de inyección de espuma a través del cabezal de llenado del producto que el tanque almacena, se recomienda sea instalado en un recipiente que este en servicio ya que no se requiere que el o los tanques a proteger se saquen de operación, pudiéndose instalar las líneas independientes cuando éste salga de operación como ya se estableció anteriormente.

5.4.7.1 Requisitos mínimos que deben cumplirse en un sistema de inyección subsuperficial de espuma.

A) No se recomienda para tanques de techo flotante como se establece en el NFPA 11, y sólo se instalarán a solicitud del cliente.

B) No se recomienda para hidrocarburos ligeros de la clase IA, como el pentano.

C) No se recomienda para productos polares por ser productos que destruyen la espuma, ya que esta se disuelve.

D) La velocidad de la espuma en el punto de descarga hacia el interior del tanque no deberá exceder de 3 m/seg (10 pies/seg) para productos NFPA IB como el ciclohexano, benceno, tolueno, oxileno, hexano, heptano, isohexano y gasolina, o de 6 m/seg (20 pies/seg) para otros tipos de hidrocarburos líquidos.

E) El desplazamiento máximo de la espuma sobre la superficie del líquido no deberá exceder de 30m medidos en forma radial a partir de cada alimentación.

F) Para tanques que almacenan hidrocarburos líquidos el gasto de solución de espuma deberá ser de por lo menos 4.1 litros/minuto/metro² (0.10GPM/pie²) de superficie del tanque y de 8.1 LPM/m² (0.20 GPM/pie²) máximo.

G) No debe emplearse con hidrocarburos con viscosidades arriba de 2000 SSU (440 centistoks) 15.6°C y un punto de congelación de -9. 40°C

H) La espuma deberá ser a base de líquidos fluoroproteico o líquido AFFF, por ser inmiscibles con los hidrocarburos líquidos

I) La espuma proteica no deberá utilizarse en el sistema de inyección subsuperficial.

k) El tanque deberá tener el número de descargas necesarias tal y como se detalla a continuación:

Tabla 5.10

Diámetro del tanque (m)	Punto de inflamación abajo de 37.8°C (100°F) No. de puntos de inyección	Punto de inflamación mayor de 37.8°C (100°F) No. de puntos de inyección
24	1	1
24 a 36	2	1

Diámetro del tanque (m)	Punto de inflamación abajo de 37.8°C (100°F) No. de puntos de inyección	Punto de inflamación mayor de 37.8°C (100°F) No. de puntos de inyección
36 a 42	3	2
42 a 48	4	2
48 a 54	5	3
54 a 60	6	3
Mayores	Agregar una descarga por cada 456m ² adicionales.	Agregar una descarga por cada 697m ² adicionales.

5.4.7.2 Procedimiento para el diseño de un sistema de inyección subsuperficial de espuma.

1. Los factores de diseño utilizados en el sistema de inyección de espuma subsuperficial son:

a) Los formadores de espuma de alta contrapresión (PHB) forman espuma y la descargan al tanque, venciendo la carga hidrostática en el tanque, la suma de ésta más las pérdidas por fricción en la tubería que va del formador de espuma al tanque no debe exceder el 40% de la presión de entrada en el formador.

En el formador de espuma la solución se expandirá de 2 a 4 veces; para calcular las pérdidas por fricción se debe utilizar un volumen de espuma de 4.

b) La velocidad de la espuma en la línea no debe exceder de 3 m/seg para gasolina y NAFTA, y de 6 m/seg para otros tipos de líquidos con una densidad de aplicación de 4.1 y máximo de 8.1 litros minuto/metro cuadrado de superficie del líquido en el tanque, la expansión para la aplicación de la espuma debe ser 4 metros antes del punto de aplicación al tanque en tanques en operación y en tanques nuevos dentro del tanque.

2. Para determinar la cantidad y tipo de formadores de espuma de alta contrapresión (PHB), se requiere de la siguiente información:

a) Datos del tanque:

D= Diámetro del tanque m o pie

A= Altura del tanque m o pie

d= Diámetro interior de la línea de llegada al tanque m o pie

L= Longitud de la tubería m o pie

b) Determinación del gasto de solución de espuma:

$$Q_{MIN} = G_{MIN} \times A_T \quad (1)$$

$$Q_{MAX} = G_{MA} \times A_T \quad (1A)$$

Donde:

Q_{MIN} Q_{MAX} = Gasto mínimo o máximo de solución de espuma.

GMIN MAX = Gasto mínimo o máximo de la solución de espuma por unidad de área (densidad de aplicación)

A_T = Superficie del producto almacenado en el tanque.

c) Determinación del gasto de espuma:

$$Q_{fMIN} = Q_{MIN} \times 4 \quad (2)$$

$$Q_{fMAX} = Q_{MAX} \times 4 \quad (2A)$$

Debido a que el volumen de la solución aumenta 4 veces al formarse la espuma en la salida del proporcionador el gasto de espuma se determina de la forma siguiente:

Donde:

Q_{fMIN} o MAX = Gasto mínimo o máximo de la espuma

d) Determinación de la velocidad de la espuma de la línea de inyección con el gasto de la espuma y el área de la línea de inyección de determina la velocidad:

$$V_{fMIN} = Q_{fMIN}/A_D \quad (3)$$

$$V_{fMAX} = Q_{fMAX}/A_D \quad (3A)$$

Donde:

V_{fMIN} o MAX = Velocidad mínima o máxima de la espuma
 A_D = área de la línea de inyección

e) La velocidad resultante se compara con los límites mínimo y máximo, si resulta alta la velocidad se aumenta el diámetro de la línea por lo menos 4 metros antes de la descarga del tanque.

f) Se determina la cantidad a usar de formadores de espuma de alta contrapresión como QMAX calculado y la presión de entrada al formador, en la figura 5.3 se selecciona la cantidad y tipo de formadores a usar.

Se debe considerar que la contrapresión no debe exceder del 40% de la presión de entrada cuando los formadores operen entre 7 y 21 kg / cm² (100 y 300 psi) se tendrá en cuenta que al seleccionar varios formadores de espuma, éstos tendrán que operar a una misma presión.

3. Longitud máxima de tubería entre el tanque y los formadores de espuma mediante las gráficas 5.4, 5.5 y 5.6 se determinan las pérdidas de presión por fricción en la tubería, considerando los cambios de dirección, las válvulas y el formador de espuma.

a) Determinación de la caída de presión máxima permisible en la línea de inyección mediante la relación siguiente:

$$40\% P_e \geq P_h + AP_{phb} + AP_L \quad (4)$$

Donde:

P_e = Presión de entrada al formador de espuma.

P_h = Presión hidrostática del producto en el tanque.

AP_{phb} = Caída de presión en el formador de espuma.

AP_L = Caída de presión en la línea, considerando cambio de dirección, tramo recto, válvulas, reducción, etc.

Por lo que la máxima caída de presión permisible en la línea será:

$$AP_L \leq 40\% P_e - P_h - AP_{phb} \quad (5)$$

Como la caída de presión en la línea es equivalente a:

$$AP_L = AP_r + AP_{cd} \quad (6)$$

Donde:

AP_r = Caída de presión por fricción en la línea recta.

AP_{cd} = Caída de presión por fricción considerando los cambios de dirección, válvula, etc.

b) Determinación de la longitud máxima permisible de la tubería desde el tanque hasta el formador de espuma.

Utilizando las gráficas 5.5 y 5.6 con el gasto de la espuma ya formada (Q_f) y con el diámetro interno de la tubería (D), obtenemos una longitud equivalente a las pérdidas de presión por fricción en la línea recta, descontando la longitud equivalente por los cambios de dirección.

5.5 Resultados de los sistemas analizados.

La aplicación de los sistemas especiales de protección contra incendio se muestran en el Caso de Estudio en la Sección III Bases de Diseño del Sistema Contra Incendio punto 10 y 12.4; se muestran las áreas de aplicación y detalles de diseño, adicionalmente en la sección VII Diagramas de Tuberías e Instrumentación (DTI) se muestran dos planos de localización de equipo.

Figura 5.3 Selección de formadores de espuma

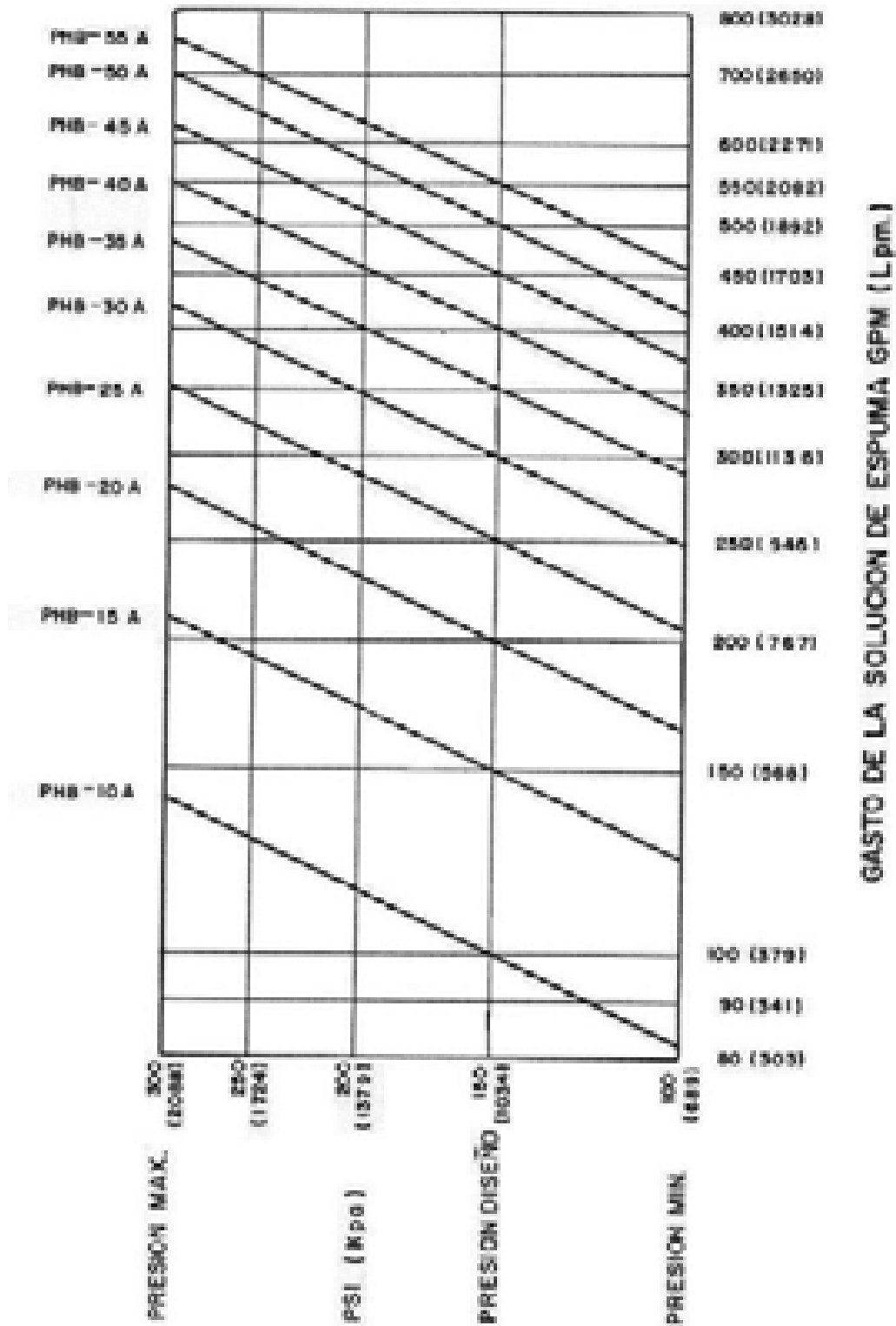


Figura 5.4 Pérdidas por fricción originadas por el gasto de la espuma en tuberías (por producto)

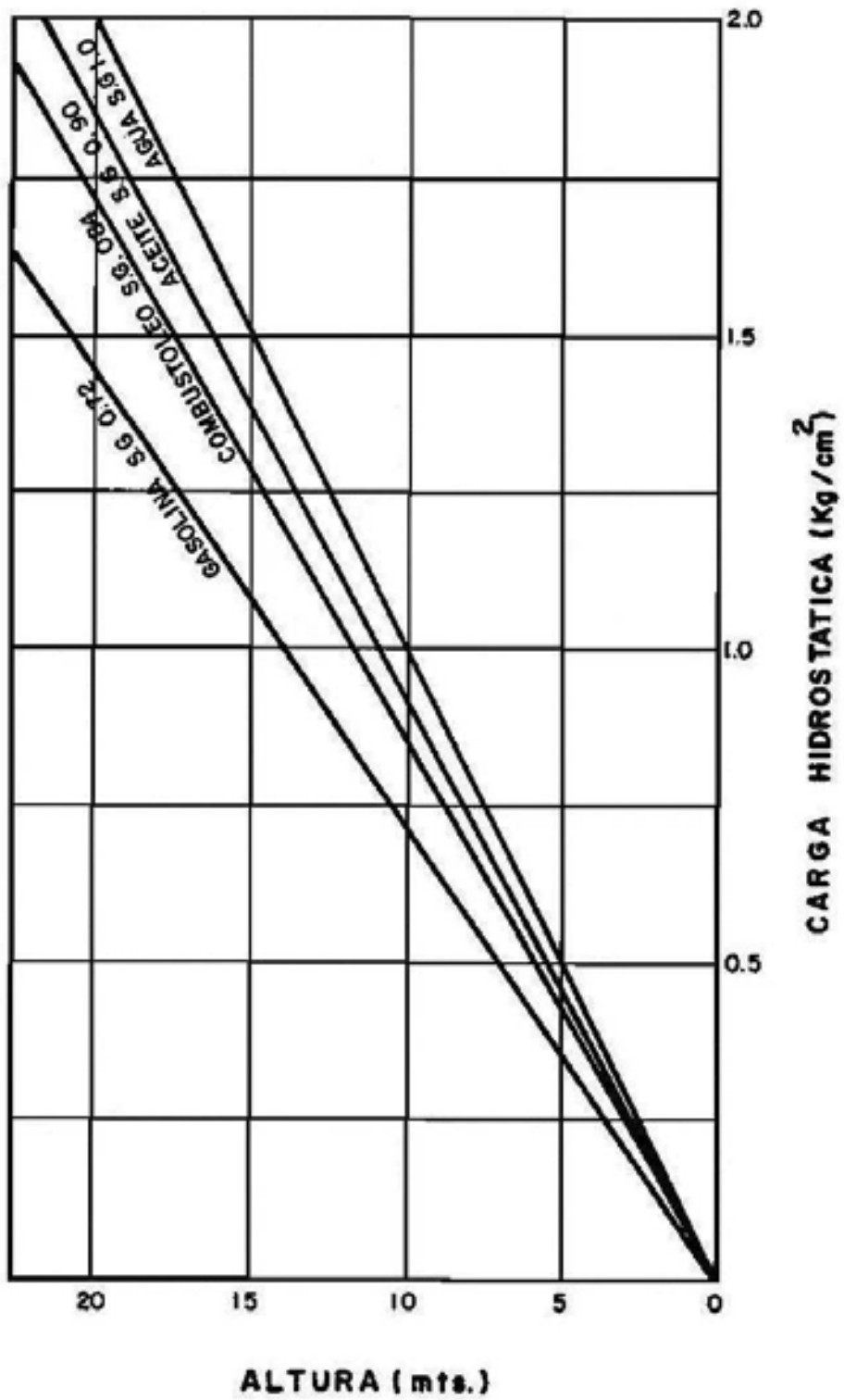


Figura 5.5 Selección del diámetro en la entrada del formador

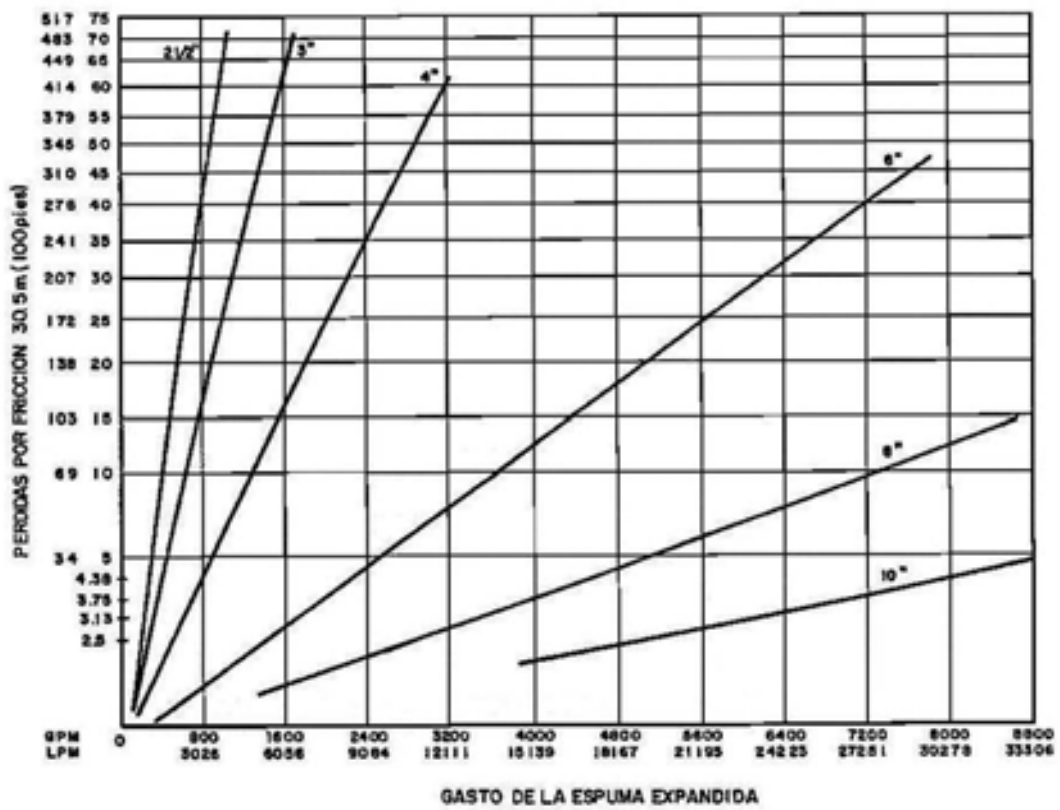
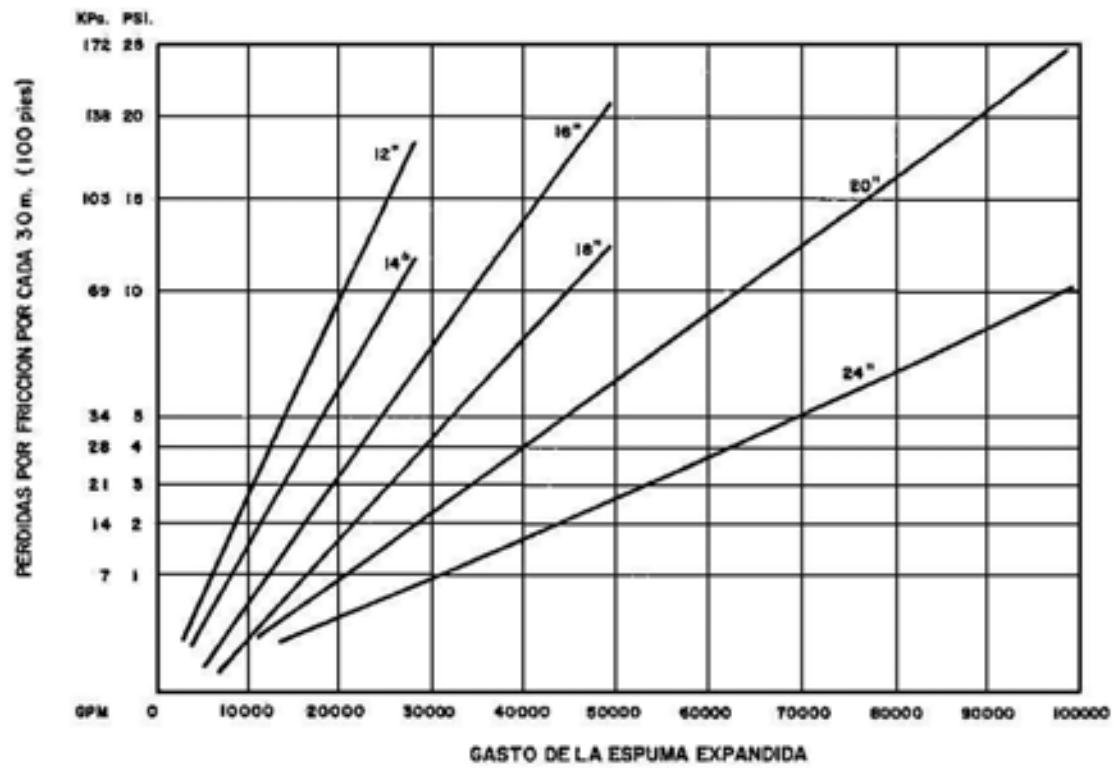


Figura 5.6 Pérdidas por fricción originadas por el gasto de la espuma en tuberías (por diámetro)



CAPÍTULO 6

6. Hidráulica de los Sistemas contra incendio

Un sistema contra incendio está constituido por equipos de bombeo, red de tuberías con hidrantes, monitores y aspersores para proporcionar agua y/o espuma.

Las bombas que se emplean para alimentar la red de agua o espuma pueden ser centrífugas horizontales y/o turbinas verticales, según el tipo de instalación que se disponga. En este capítulo se puntualizará lo referente a dichas bombas, del tipo aprobado para servicio contra incendio de acuerdo a lo especificado en la NFPA 20 "Installation of Centrifugal Fire Pumps".

6.1 Características generales.

Se han desarrollado distintos tipos de bombas, que difieren en su funcionamiento y en su construcción mecánica, para operar en diversas condiciones de trabajo, sin que por esto, alguna de éstas pueda considerarse de mayor importancia con respecto a las demás.

El objetivo del diseñador de un sistema de bombeo de agua contra incendio es proyectar instalaciones que cumplan con los siguiente:

- A) Seguridad
- B) Flexibilidad
- C) Confiabilidad
- D) Facilidad de expansión
- E) Simplicidad
- F) Economía

También tendrá que seleccionar la bomba adecuada para cada aplicación en particular, deberá hacer investigaciones preliminares y analizar casos específicos de acuerdo a los catálogos de fabricantes.

6.1.1 La velocidad específica como factor de selección

El manual del Instituto de Hidráulica define la velocidad específica como:

$$N_s = \frac{N\sqrt{Q}}{H^{3/4}}$$

Donde:

N_s = Velocidad específica (RPM)

N = Velocidad de diseño (RPM)

Q = Capacidad o gasto (GPM)

H = Carga (columna) (pies)

Esto permite determinar la capacidad de cualquier bomba centrífuga.

Las bombas contra incendio comúnmente usadas son de tipo turbina vertical y/o centrífuga horizontal y de caja bipartida.

Estas bombas se caracterizan por el fácil acceso a todas sus partes, debiendo ser de construcción robusta y de pasajes amplios al acceso del agua; todas las piezas de trabajo sujetas a corrosión deben fabricarse de material resistente a ésta, según el API-610

Las bombas horizontales se usan cuando el nivel mínimo de succión está arriba del eje de la bomba. Ver figura 6.2 B o figura 6.3 A

Cuando no se tenga una carga positiva en la succión, como cuando se extrae agua de pozos profundos, cisternas, etc., se recomiendan bombas tipo turbina vertical debiendo colocar impulsores de la bomba abajo del nivel dinámico. Ver figuras 6.2 A, 6.2 C y 6.3 C

Un elemento importante de la bomba centrífuga horizontal o vertical es la relación entre descarga y presión a velocidad constante, es decir, cuando se aumenta la altura piezométrica se reduce la descarga. En las bombas de desplazamiento, la capacidad puede mantenerse contra cualquier altura si la energía es la adecuada para poner en marcha la bomba a una velocidad establecida y si la bomba, sus ajustes y conductos pueden soportar la presión².

6.1.2 Partes constitutivas de las bombas

Se clasifican en función a su construcción y tipo:

A) Extremo líquido (todas las partes en contacto con el líquido).

Carcasa, cabeza de succión, impulsor, anillos, camisa de la flecha y sello.

B) Elementos de soporte y transmisión:

Soporte, flecha, baleros, tapas y cople

6.1.3 Tamaño de las bombas

El tamaño de una bomba centrífuga se determina generalmente por las siguientes dimensiones:

Diámetro de descarga x diámetro de succión x diámetro de impulsor

Los cuales están en función del gasto a manejar y la presión de descarga requerida.

6.1.4 Sentido de rotación

El sentido de rotación del impulsor de una bomba centrífuga puede ser:

- A) En el sentido de las manecillas del reloj.
- B) En sentido contrario a las manecillas del reloj.

El punto de observación es del lado del cople, ya sea bomba horizontal o vertical.

6.1.5 Clasificación de las bombas por el tipo de succión

De acuerdo a su tipo de succión, las bombas se pueden clasificar en:

A) De simple succión.

La bomba succiona por un lado del impulsor

B) De doble succión.

La bomba succiona por ambos lados del impulsor.

C) De succión negativa

El nivel del líquido es inferior al de la bomba

D) De succión positiva

El nivel del líquido es superior al de la bomba

6.1.6 Clasificación de las bombas por el tipo de material

De acuerdo a los materiales de fabricación las bombas se clasifican en:

A) Bomba estándar (fierro y bronce)

B) Bomba toda de fierro

C) Bomba toda de bronce

D) Bombas de acero con partes internas de fierro o acero inoxidable.

E) Bombas de acero inoxidable

6.1.6.1 Materiales usados en las partes internas y externas

Los materiales usados en la construcción de bombas contra incendio son:

Parte constitutiva de la bomba	Material empleado
Carcasa exterior	Fierro fundido
Partes internas	Bronce

Las condiciones de servicio y la naturaleza del líquido manejado determinan el tipo de material que debe usarse; los materiales indicados en el código API-610, cumplen satisfactoriamente para agua contra incendio.

6.1.7 Pruebas a las bombas

En la hoja de datos del equipo se deben indicar las pruebas a efectuar, siendo las siguientes:

- Prueba hidrostática
- Prueba de comportamiento
- Prueba de carga neta positiva de succión (NPSH)
- Prueba de fábrica

6.1.8 Garantías

Los fabricantes deberán avalar lo siguiente:

A) Garantía por escrito:

Que la bomba satisface el diseño y las condiciones de operación solicitadas en las hojas de datos.

B) Garantía por periodo mínimo de un año después de entrar en operación:

Se garantiza la bomba y las partes componentes contra defectos de material, mano de obra y fallas en la operación normal.

C) En caso de fallas, según lo estipulado anteriormente reemplazará o corregirá dichas fallas en el equipo.

6.1.9 Accionadores de las bombas contra incendio.

Para accionar las bombas contra incendio se usan:

- Motores eléctricos
- Motores de combustión interna
- Turbinas de vapor

6.1.9.1 Motores eléctricos

Deben ser trifásicos, de corriente alterna; deben cumplir con la clasificación de la "National Electric Manufacturers Association" (NEMA), que los clasifica mediante letras, según la relación entre la intensidad de la corriente de arranque y la nominal. Existen seis clases designadas por las letras A, B, C, D, E Y F marcadas en la placa de características de los motores; por medio de ellas se determina la capacidad de cortocircuito, los fusibles y otros elementos de protección del motor. En el diseño los datos son solicitados al fabricante o se pueden ver en sus catálogos correspondientes¹.

6.1.9.2 Motores de combustión interna

Deben tener una potencia de por lo menos 20% arriba de la máxima potencia requerida por la bomba a la velocidad de régimen, de acuerdo a lo establecido en el código (NFPA-20-62).

6.1.9.3 Turbinas de vapor

Deben diseñarse con características de operación, tales que con una presión del vapor de alimentación correspondiente a un 75% de la especificada, proporcionen la potencia requerida de la bomba.

En ningún caso deben operarse a más de 3500RPM

6.2 Equipos de bombeo.

6.2.1 Selección y especificación

Independientemente de que la bomba sea centrífuga o tipo turbina vertical, para una adecuada selección se debe especificar carga, capacidad, líquidos a manejar, tuberías, accesorios y motores, así como las condiciones de succión, descarga y demás aspectos comunes.

En base a estos puntos se determinará el tipo de bombas a usar.

6.2.2 Conceptos básicos para el análisis y selección de una bomba

A) Relación entre presiones

Se han designado tres tipos de presión: absoluta (presión arriba del cero absoluto), manométrica (arriba de la presión atmosférica de la localidad en que se mide) y la presión atmosférica de la localidad. Ver figura 6.1

La presión absoluta puede encontrarse arriba o debajo de la presión atmosférica. Un vacío se considera presión de carga negativa.

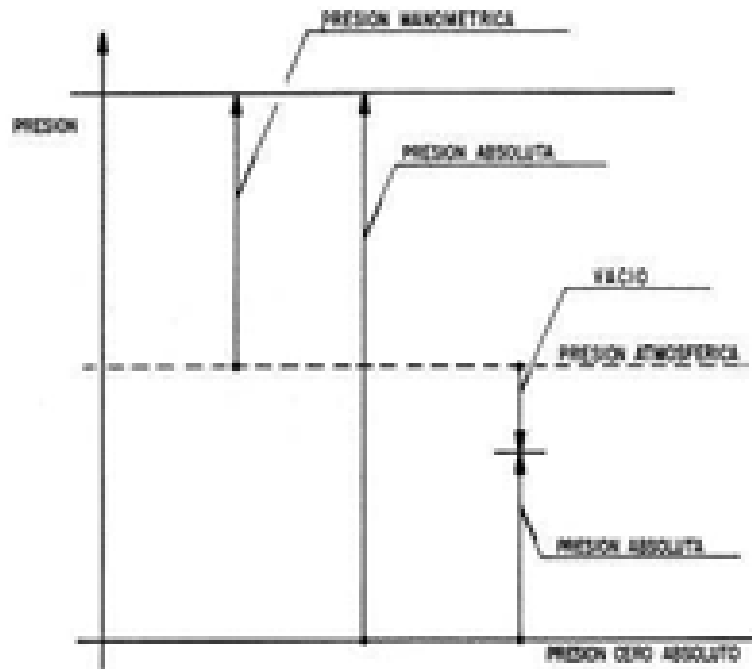
B) Carga estática

Es la altura, expresada en unidades de longitud (pies, metros) a la que se encuentra la fuente de suministro del líquido, misma que forma columna de fluido que actúa sobre la succión o descarga de una bomba. Es un parámetro necesario para el cálculo del NPSH; la cabeza de la bomba, dependiendo del caso, se representa por Hs. La figura 6.2 muestra los casos en que se manifiesta la carga estática.

C) Elevación estática de succión y carga estática de succión

Cuando la bomba se encuentra arriba del nivel libre de bombeo, la distancia entre este nivel y el eje central de la bomba se llama elevación estática de succión. Si la bomba se encuentra abajo del nivel libre de bombeo, la distancia entre el nivel del líquido y el eje central de la bomba se denomina carga estática de succión. Esta última se representa por Hs.

Figura 6.1 Relación entre presiones



D) Carga estática de descarga

Es la distancia vertical entre el eje central de la bomba y el punto de entrega libre del líquido.

E) Carga estática total

Es la diferencia de alturas entre los niveles de succión y descarga.

F) Carga de fricción

Es la columna, en pies de líquido que se maneja, necesaria para vencer la resistencia de las tuberías de succión y descarga y sus accesorios; varía de acuerdo con la velocidad del líquido, diámetro, tipo y condiciones interiores de la tubería y naturaleza del líquido que se maneja.

G) Carga de velocidad

Un líquido que se mueve a cualquier velocidad dentro de un tubo, tiene energía cinética debido a su movimiento. La carga de velocidad es la distancia de caída necesaria para que un líquido adquiera una velocidad dada y se determina por:

$$H_v = \frac{v^2}{2g}$$

Donde:

H_v = Carga de velocidad en pies de líquido manejado

v = Velocidad de líquido en pies/seg.

g = Aceleración debida a la gravedad pies/seg²

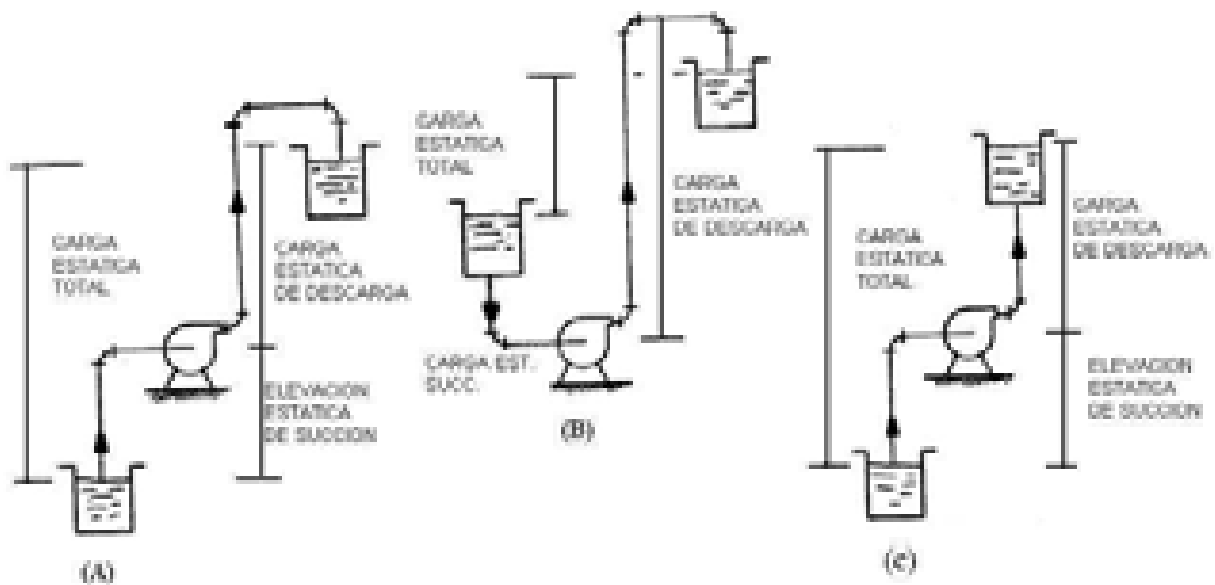
H) Elevación de succión

Es la carga estática de succión más las pérdidas por fricción originadas en la tubería; se determina para calcular el NPSH de la bomba. Ver figuras 6.2 A y 6.2 C

I) Carga de succión

Es la carga estática de succión menos las pérdidas de fricción de la tubería, más cualquier presión que se encuentre en la línea de succión. Se determina para calcular el NPSH de la bomba. Ver figuras 6.2 y 6.3

Figura 6.2 Casos de cargas estáticas



J) Presión de descarga

Es la presión requerida a la salida de la bomba para satisfacer la presión en el punto más alejado, considerando la columna estática (si existe) más las pérdidas por fricción en la tubería.

K) Carga total

Es la diferencia entre las cargas de succión y descarga, se conoce como caída de presión de la bomba.

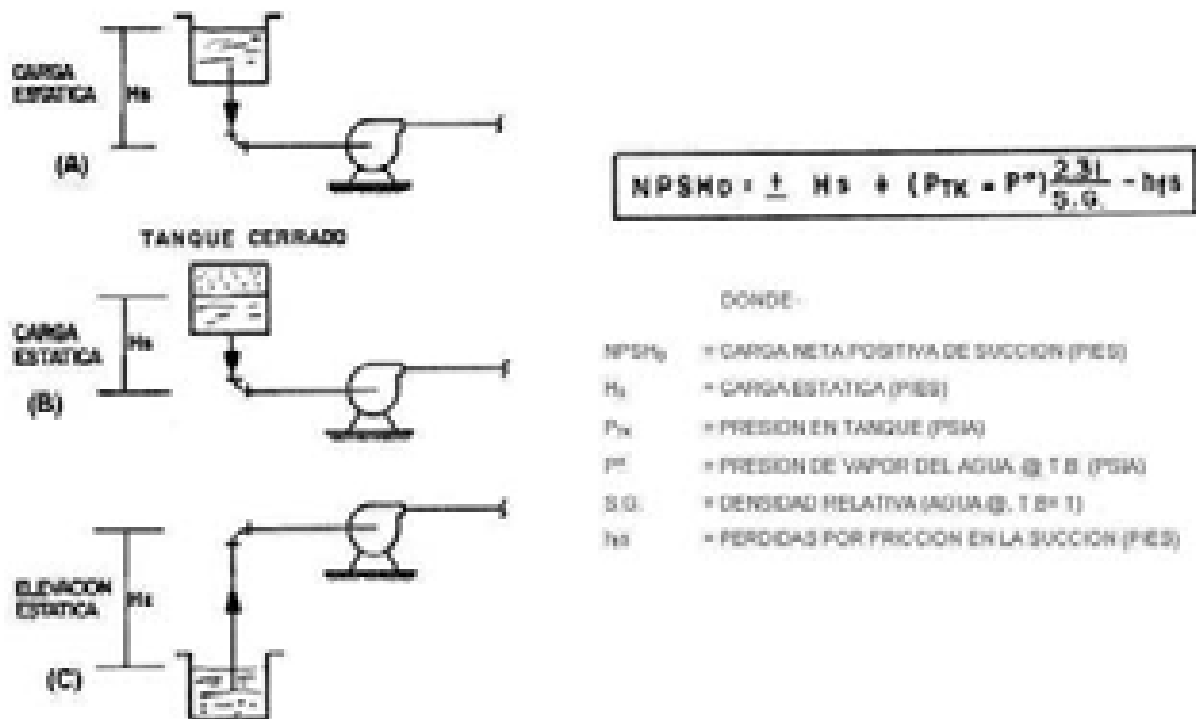
L) Presión de vapor

Se determina en función de las características del líquido a manejar, ya que influye en el cálculo del NPSH de la bomba, por lo que la temperatura de operación es factor determinante para la correcta selección de la bomba, evitando que por succión de vapor se presente el problema de cavitación. Si por cambios imprevistos se llega a tener una operación con este defecto, puede corregirse dotando a la bomba de una carga de succión suficiente que permita que la presión de bombeo sea mayor que la de vapor del líquido.

M) Carga neta positiva de succión (NPSH)

Es la presión disponible o requerida para forzar un gasto determinado a través de la tubería de succión hasta que el impulsor expresado en pies del líquido manejado.

Figura 6.3 Carga neta positiva de succión (NPSH) según el tipo de instalación



Conforme disminuye el NPSH, la capacidad del equipo se abate.

NPSH disponible

Este valor se obtiene en función de las características de la instalación y marca que la carga disponible deberá ser mayor que el valor de la carga requerida.

NPSH requerido

Este depende sólo del diseño del equipo; lo proporciona el fabricante para cada bomba en particular, según su tipo, modelo, capacidad y velocidad.

N) Factores que afectan el cálculo del NPSH

Presión atmosférica

Esta se ve afectada por la altura sobre el nivel del mar del lugar donde será instalada la bomba.

Presión de vapor

Está en función de la temperatura del fluido manejado.

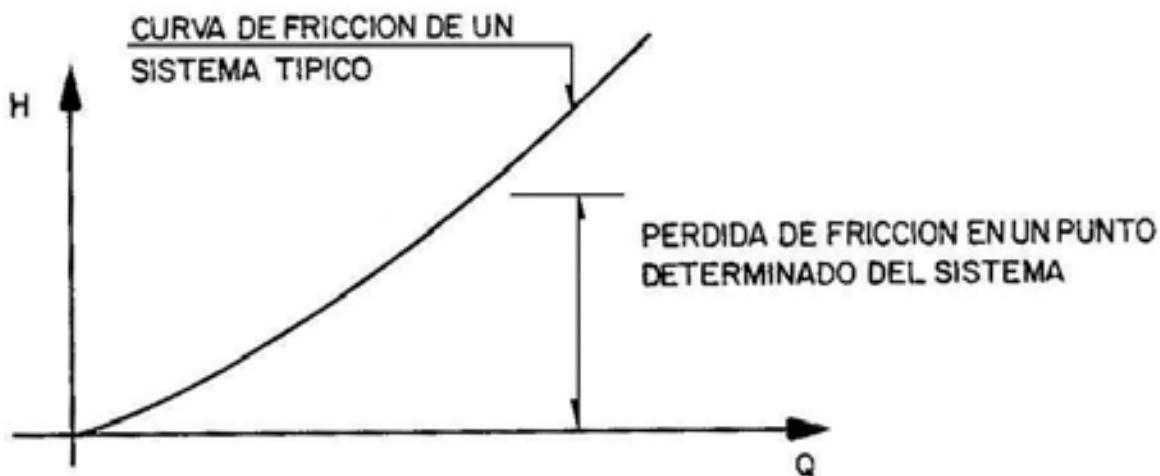
Pérdidas por fricción en la tubería y accesorios de succión de la bomba

Cualquier variación en los factores anteriores modificará la operación de la bomba.

O) Curva de fricción de un sistema

Esta gráfica relaciona la carga (H) expresada en pies y el gasto (Q) en GPM. Se establece para determinar el comportamiento de la bomba. Ver la figura 6.4

Figura 6.4 Curva de fricción de un sistema de bombeo



Las pérdidas por fricción en un sistema de bombeo están en función del diámetro, longitud y material del tubo, cantidad y tipo de accesorios, velocidad del flujo y naturaleza del líquido en el sistema.

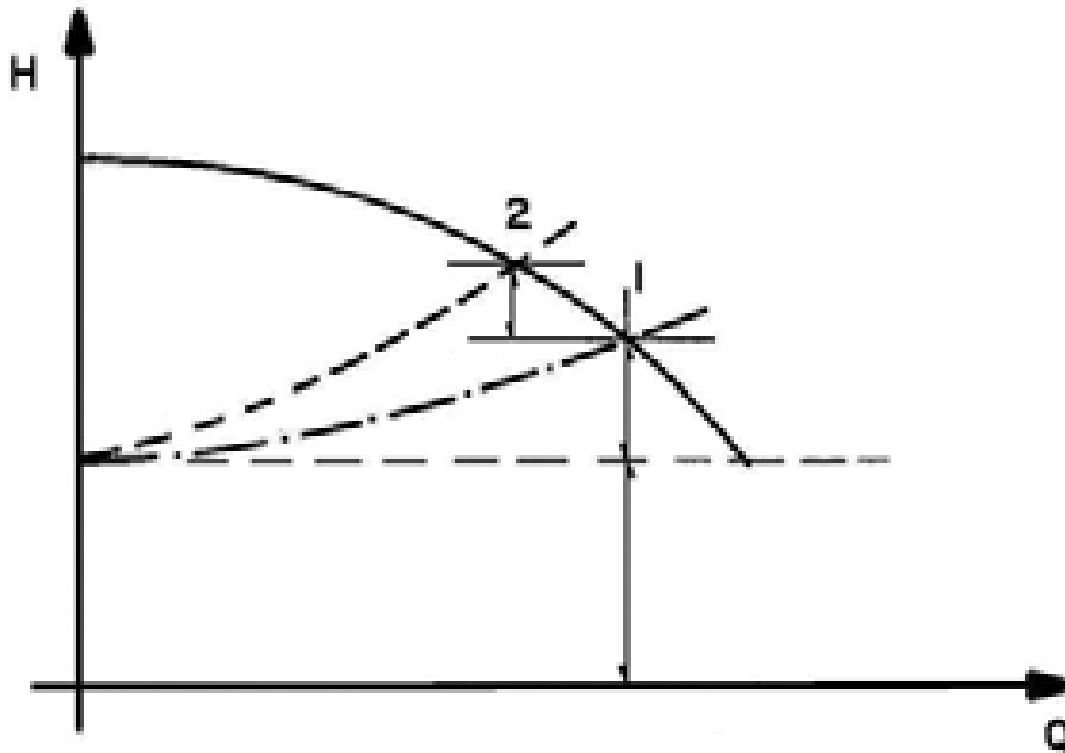
El análisis gráfico de un sistema para bombas centrífugas, rotatorias o reciprocantes es necesario para conocer el punto de operación de una bomba y debe efectuarse antes de investigar si las deficiencias del funcionamiento de un equipo se deben a los efectos mecánicos o de instalación.

P) Curva de carga del sistema

Esta curva se obtiene al combinar las curvas de fricción del sistema con la curva de operación de la bomba relacionadas con la diferencia de presión en el sistema. La superposición de estas curvas permite obtener el punto de trabajo de la bomba.

Si al sistema se agrega fricción mediante el cierre parcial de una válvula de compuerta, esto implica un aumento de la carga y una reducción del gasto; la curva de carga varía haciéndose más inclinada. Pasa del punto 1 al punto 2 en la figura 6.5

Figura 6.5 Curva de carga del sistema de bombeo



La misma bomba tendrá otras características de trabajo; la curva se afecta cuando aumenta el gasto, disminuyendo la carga o disminuyendo la fricción.

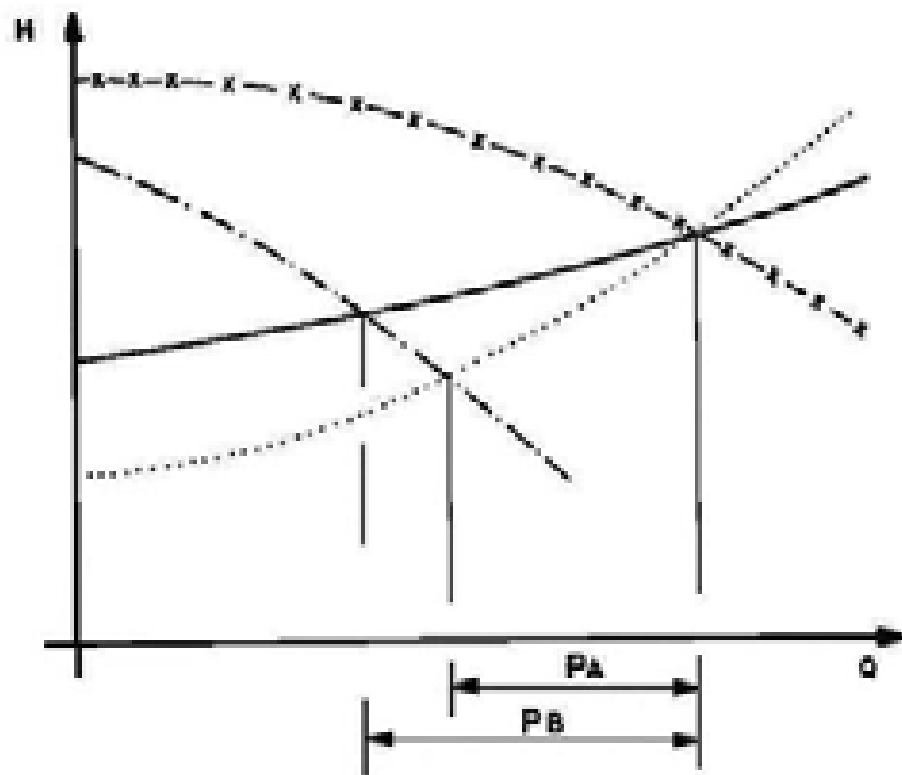
El análisis anterior permite determinar el funcionamiento óptimo de la bomba.

Q) Desgaste de la bomba

El uso continuo del equipo origina pérdidas de gasto y eficiencia; estas pérdidas también dependen de la forma de curva de carga del sistema.

Si un sistema tiene una curva muy aplanada, las pérdidas de capacidad de la bomba debidas al desgaste, serán mayores que en un sistema que tenga la curva de carga inclinada (ver figura 6.6). La bomba que se desgasta trabaja en un sistema con curva de carga inclinada teniendo una pérdida de gasto P_A menor que la bomba con una curva de carga aplanada, donde la pérdida de gasto vale P_B .

Figura 6.6 Curva descarga de una bomba que se ha desgastado



- CURVA DE CARGA, INCLINADA DEL SISTEMA
- CURVA DE CARGA, APLANADA DEL SISTEMA
- x—x— CURVA H-Q DE LA BOMBA NUEVA
- x—x— CURVA H-Q DE LA BOMBA DESGASTADA

6.2.3 Bombas centrífugas horizontales

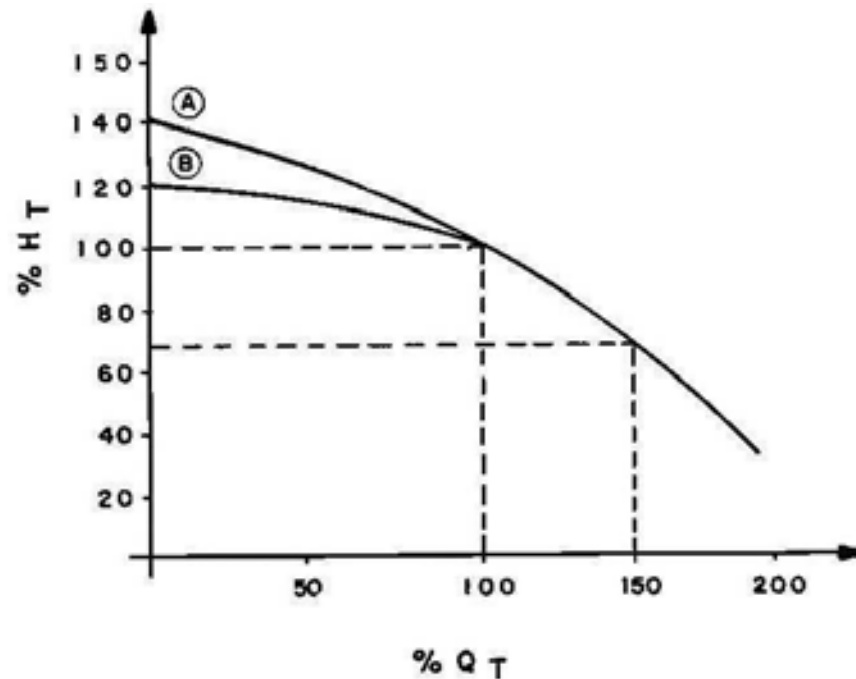
En éstas cuando el gasto sea cero, la presión desarrollada no excede el 120% de la carga dinámica total requerida.

6.2.4 Bombas de turbina vertical

En éstas, cuando el gasto sea cero, la presión desarrollada no debe exceder del 140% de la carga dinámica total requerida.

Ambos tipos de bombas deben proporcionar el 150% del gasto total (gasto nominal), cuando la presión de descarga sea como mínimo de 65% de la carga total. Ver figura 6.7, donde se indican los puntos más importantes a cumplir en cuanto a carga y gasto por las bombas contra incendio, mostrando una “curva plana” en su comportamiento.

Figura 6.7 Curvas características de bombas (NFPA-20)



DONDE :

H_T = CARGA TOTAL

Q_T = GASTO TOTAL

Ⓐ = BOMBA TURBINA VERTICAL

Ⓑ = BOMBA CENTRIFUGA HORIZONTAL

6.2.5 Selección de la bomba

Considerando los puntos anteriores se elabora una tabla comparativa que concentra las características principales de las bombas (de acuerdo a la información del proveedor), aun cuando se debe contar con más elementos para decidir la selección. Las características a considerar y que deben estar contenidas en la tabla son:

A) Eficiencia (N)

De este factor dependerá en gran parte la economía que tenga el sistema durante su vida útil.

B) Gasto de la bomba (Q)

Este valor deberá analizarse para el 100% y 150%, para cada alternativa.

C) Carga dinámica total (H)

Este valor deberá estar comprendido en la curva de acuerdo a lo indicado en los puntos 6.2.3 y 6.2.4

D) Carga neta positiva de succión disponible (NPSHD)

Esta función del tipo de instalación de que se disponga y debe ser mayor al NPSH requerido.

E) Periodo de operación en horas

Deberá tener capacidad para operación continua de ocho horas.

F) Servicio contra incendio

Deberá definirse si es agua dulce o salada.

G) Capacidad deseada

Se define en base a las necesidades para cubrir el riesgo mayor.

H) Temperatura del fluido a bombear

Temperatura ambiente del lugar.

I) Viscosidad (centipoise)

1cP

J) Tipo de accionador

Motor eléctrico o de combustión.

K) Número de unidades

Para operación (eléctrica) y de relevo (combustión).

6.3 Instructivo para el cálculo de las bombas contra incendio.

Para el cálculo de la red de distribución de agua contra incendio se debe cumplir con lo siguiente:

A) La presión disponible en el hidrante o monitor de localización más desfavorable será de 7 kg/cm^2 (100 psig) como mínimo.

B) El gasto proporcionado deberá alimentar la cantidad de hidrantes, monitores, mangueras y cualquier otro sistema contra incendio que se emplee simultáneamente para combatir el incendio de riesgo mayor existente en la instalación.

C) Las pérdidas por fricción son consecuencia de la circulación de los líquidos a través de las tuberías a determinada velocidad; se miden en magnitud lineal de líquido (metros o pies), o bien en unidades de presión (kg/cm^2 o lb/pulg^2).

Experimentalmente se han determinado las pérdidas por fricción para diversos diámetros de tubería a distintos gastos, dando origen a expresiones generales o ecuaciones que sirven para evaluar las mencionadas pérdidas por fricción¹.

Las dos expresiones más usadas son:

- La de Darcy-Weisbach
- La de Hazen-Williams

La ecuación de Darcy-Weisbach es la siguiente:

$$H_L = F \frac{LV^2}{D2g}$$

Donde:

- HL= Pérdidas por fricción (pies, m)
- F= Coeficiente de fricción, de acuerdo al líquido manejado está en función del material de la tubería, de su estado de rugosidad y diámetro, así como de la velocidad del líquido.
- V²= Velocidad (pies², m²)/seg²
- L= Longitud de la tubería (pies)
- D= Diámetro interior de la tubería (pies).
- ΔP= Caída de presión en lb/pulg² por cada 100 pies de tubería (PSI /100 pies).

Para Hazen-Williams se dan los valores:

Del coeficiente "C" utilizando como factor de corrección para calcular el gasto y la caída de presión de la tubería, se indica a continuación:

Clase de tubería	Coeficiente "C"
Tubería nueva	120
Tubería con 10 años de uso	110
Tubería con 15 años de uso	100
Tubería con 20 años de uso	90
Tubería con 30 años de uso	80

Para calcular el valor "F" utilizar la gráfica "E/D_D" Vs "D" (pulg) del libro Crane. Primeramente se debe conocer el diámetro y tipo de material de la tubería (acero al carbón, galvanizado, concreto, etc.); con estos valores se obtiene el valor E/D en la gráfica mencionada. Posteriormente, de la gráfica A-24 del Crane con el valor del número de Reynolds y el "E/D" se obtiene el valor "F".

6.4 Clasificación general de las bombas.

Existen variedad de bombas por lo que es conveniente hacer una adecuada clasificación de éstas. La más completa y que mantiene actualizados los estándares y códigos para su selección, construcción y operación de bombas es la del "Hidraulic Institute"¹.

6.5 Equipo de bombeo como parte integral de arreglo típico de redes contra incendio.

Un equipo de bombeo es un sistema que recibe energía mecánica que puede proceder de un motor eléctrico o térmico y la convierte en energía que el fluido adquiere en forma de presión, posición y velocidad. El equipo de bombeo contra incendio está interrelacionado con los elementos que constituyen el sistema y las normas o códigos empleados para su diseño o selección:

- A) Tanque de agua contra incendio
- B) Bombas contra incendio (NFPA 20)
- C) Red general de agua contra incendio que considera hidrantes, monitores etc.

6.6 Resultado de la hidráulica del sistema contra incendio.

La aplicación de los sistemas especiales de protección contra incendio se muestran en el Caso de Estudio en la Sección III Bases de Diseño del Sistema Contra Incendio del punto 1 al 9; se muestran las áreas de aplicación y detalles de diseño, adicionalmente en la sección VI Diagrama de Flujo de Proceso y sección VII Diagramas de Tuberías e Instrumentación (DTI) se muestran los planos y detalles del sistema hidráulico de la red contra incendio.

CAPÍTULO 7

7. Cálculo y Diseño de la Red Contra Incendio

La red para agua contra incendio es elemento fundamental para protección de las instalaciones. La hidráulica de la protección contra incendios, una parte de la mecánica de fluidos, estudia el flujo de agua que pasa por las tuberías y orificios². El cálculo y diseño de la red es primordial en el desarrollo de un proyecto para definir las características del sistema, su fuente de suministro, el equipo de bombeo, los diámetros de la tubería que garanticen el consumo requerido en los hidrantes, los monitores, las espreas, etc., para el ataque al fuego. En este capítulo se analizan los criterios para el diseño de una red contra incendio.

El objetivo es determinar las características de la tubería y el diámetro óptimo para manejar el gasto necesario que cubra el riesgo mayor, considerando las velocidades y presiones recomendadas para el diseño, así como las variables que puedan presentarse¹.

7.1 Criterios de diseño.

La cantidad de agua necesaria y el ahorro al suministrarla son cuestiones básicas que subyacen en la planificación de los sistemas de abastecimiento de agua para la protección contra incendios².

Los criterios básicos para lograr un adecuado diseño del sistema de agua para servicio contra incendio en las instalaciones industriales son¹:

7.1.1 Velocidad del fluido

La velocidad de agua recomendada para la selección del diámetro de la tubería es de 1.83 a 3.66 m/seg (6 a 12pies/seg), cuando se trate de agua dulce. Para redes de agua contra incendio exclusivamente agua salada, se debe considerar una velocidad de 1.22 a 2.44 m/seg (4 a 8 pie/seg).

7.1.2 Selección de Tubería para Agua Salada

Para manejar agua salada se debe usar tubería de acero al carbón ASTM-A-53 grado B con costura, con extremos biselados para soldar, considerar un espesor por corrosión de 6.35 mm (0.250 pulg), para condiciones de operación con una presión de 7 kg/cm² y temperaturas desde 30.0 a 55.0°C deberá utilizar la siguiente tubería.

Diámetro en pulgadas	Cédula
2 y menores	160
3 a 6	80
8 a 10	40
12 a 14	30

Se podrán usar los espesores indicados en el punto "selección de tubería para agua dulce", pero se deberá tener la línea empacada con agua dulce aunque en el momento de operación se suministre agua salada.

7.1.3 Selección de tubería para agua dulce

Cuando se use agua dulce se deberá utilizar tubería de acero al carbón ASTM A-53 grado B sin costura, con extremos biselados para soldar, para condiciones de operación de 100°F y 200 lb/pulg² y menores.

Se debe utilizar la siguiente especificación:

Diámetro Nominal	Cédula	Espesor mm
½"	80	3.73
¾"	80	3.91
1"	80	4.54
1 ½"	80	5.08
2"	40	3.91
2 ½"	80	7.01
3"	40	5.48
4"	40	6.01
6"	40	7.11
8"	20	6.35
10"	20	6.35
12"	20	6.35
14"	10	6.35
16"	10	6.35
18"	10	6.35

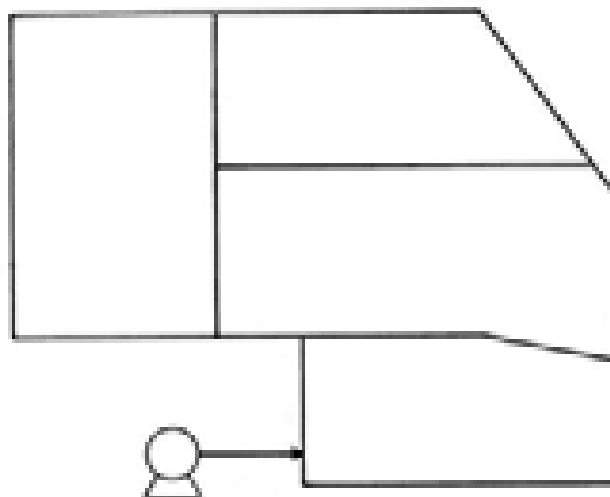
7.1.4 Diámetro mínimo en redes contra incendio

En instalaciones de proceso y áreas de almacenamiento el diámetro mínimo de tubería en redes contra incendio debe ser 152 mm (6").

7.1.5 Formación de Anillos

La red de contra incendio deberá formar circuitos cerrados (anillos) en las áreas y zonas a proteger.

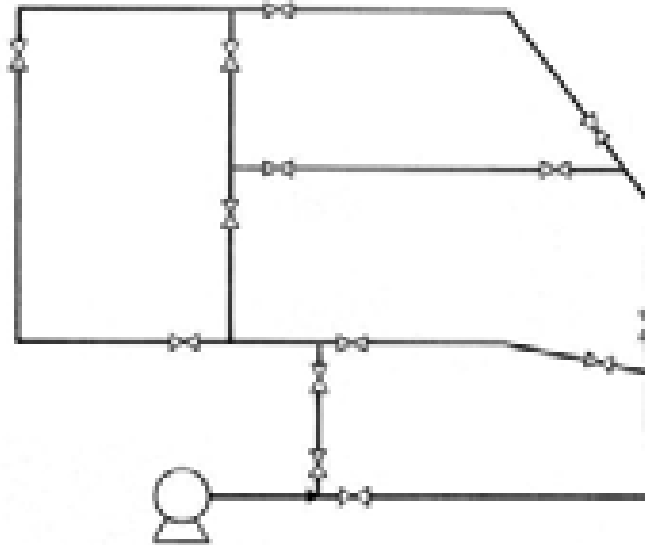
Figura 7.1



7.1.6 Seccionamiento en Anillos

Instalar válvulas de compuerta para el seccionamiento en lugares que permitan aislar secciones del sistema de tubería cuando haya necesidad de efectuar reparaciones o ampliaciones.

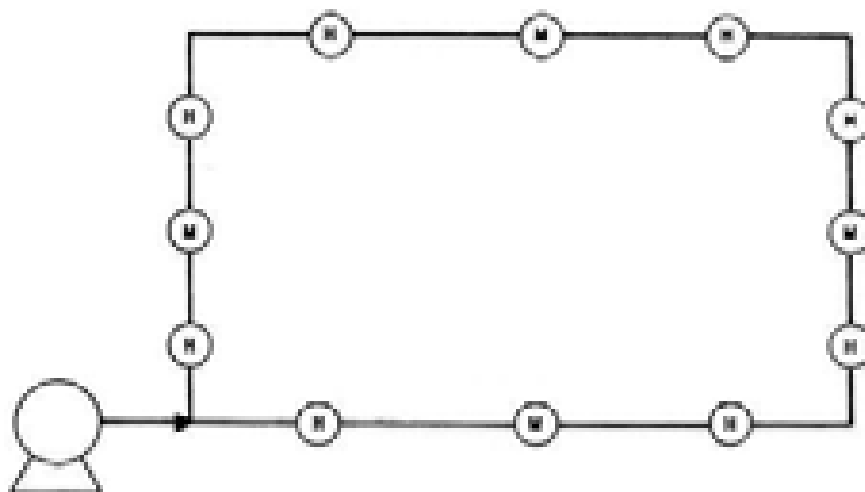
Figura 7.2



7.1.7 Número máximo de hidrantes o monitor en un anillo

El número máximo de hidrantes y/o monitores por anillos es de 12.

Figura 7.3



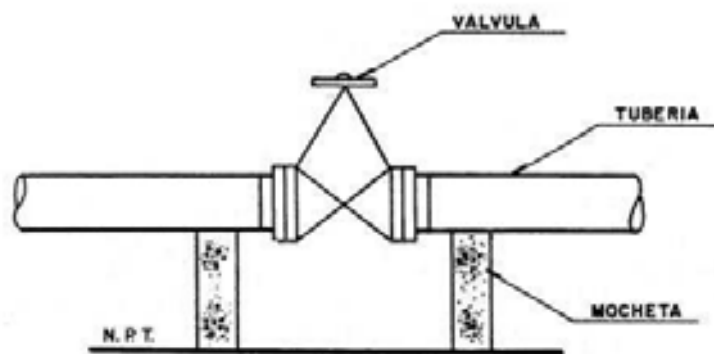
7.1.8 Instalación de tubería

En áreas fuera de las instalaciones industriales, áreas de acceso y en lugares donde el clima lo permita, la tubería se puede instalar superficialmente o en trincheras poco profundas, cubiertas con rejillas.

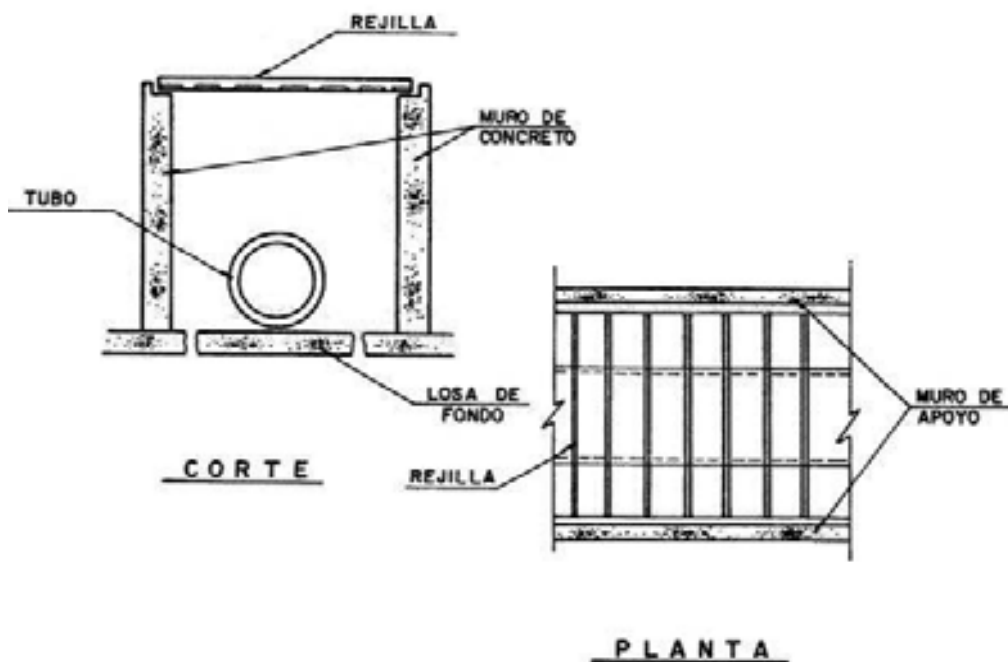
En áreas de instalaciones industriales o en lugares donde la temperatura ambiente baje de 0°C se debe enterrar a una profundidad de 750 mm del NPT al lomo del tubo.

Figura 7.4

Tubería Superficial



Tubería Subterránea (trinchera)



7.1.9 Criterio para el cálculo del diámetro de succión de la bomba

El tubo de succión de la bomba debe tener el diámetro necesario para que pueda circular por el 150% del gasto total con una velocidad máxima de 1.5 m/seg (5 pies/seg). Este tubo debe ser tan corto y recto como sea posible entre la fuente de suministro de agua y la bomba, evitando codos y accesorios; las conexiones deberán estar perfectamente selladas.

7.2 Diseño de las redes de tubería.

NFPA ya no permite bajo ninguna circunstancia, la instalación de tubería de acero al carbón en redes enterradas contra incendios, así se haya recubierto la tubería y/o protegido la misma con protecciones catódicas (ver NFPA 24-2007 Art. 10.1.2). El problema con fugas de agua en redes contra incendio enterradas es recurrente en toda Latinoamérica y su solución está en instalar tubería aprobada y/o listada para servicio contra incendios. Se debe recordar que una inversión tan grande como una red contra incendios debe incluir equipo con un ciclo de vida extenso (en exceso de 40 o 50 años) y en su lugar lo que encontramos en muchas partes de Latinoamérica son redes de acero enterradas, con ciclos de vida mucho menores (tal vez 15 años), donde sus operarios tratan de limitar las presiones de operación por temor a romper la tubería de la red, en detrimento de la protección contra incendios de la instalación (a menor presión menor flujo).⁷

En el diseño de redes de tubería se requiere modelar la respuesta del flujo o presión del sistema. El método más exacto es el basado en ecuaciones algebraicas que describen el comportamiento del sistema, ayudados por una computadora dados algunos parámetros de las ecuaciones, las expresiones algebraicas pueden predecir las respuestas de sus variables, para sistemas de fluido existen dos clases de modelos:

- Régimen permanente
- Régimen transitorio o no permanente

El modelo a régimen permanente supone que todas las condiciones del sistema son mantenidas constantes con respecto al tiempo, es decir:

- A) Las cargas o flujos son constantes
- B) Las válvulas se mantienen con aberturas constantes
- C) Los diámetros son constantes
- D) Las evaluaciones son constantes

Este modelo es adecuado para desarrollar el diseño de redes de tubería, por lo tanto será el seleccionado para tal fin.

Modelo a régimen transitorio.

En este modelo todas las condiciones del sistema pueden ser variables, este modelo permite la predicción de flujos y presiones en el sistema como función del tiempo.

7.2.1 Leyes en la red de tubería

Los modelos matemáticos usados en computadoras requieren reducir el sistema a una descripción sencilla en términos de longitudes, diámetros, flujos, etc.; para esto se utiliza el método de Ardí Cross, sistema que requiere del cumplimiento de tres leyes básicas que a continuación se describen.

Primera Ley de pérdidas de energía

$$H_f = \frac{FLV^2}{D2g_c} \quad \text{Ecuación de Darcy}$$

$$V = \frac{Q}{(7.48)(60)\left(\frac{\pi D^2}{4}\right)} = 0.00283 \frac{Q}{D^2}$$

Donde:

H_f = Pérdidas de energía; pies de fluido

F = Factor de fricción

L = Longitud de tubería; pies

V = Velocidad del fluido; pies/seg

D = Diámetro interno de la tubería; pies

g_c = Constante de la aceleración de la gravedad; 32.2 pies/seg²

Q = Flujo; GPM

$$H_f = \frac{FL(0.00283)^2 Q^2}{D^5 2g_c} = \frac{0.0311FLQ^2}{d^5}$$

$$R = \frac{0.0311FL}{d^5}$$

d = Diámetro interno; pulg

$H_f = RQ^2$

Segunda ley de nodos

El gasto que entra en un nodo debe ser igual a la suma de los gastos que salen del nodo. Ver figura 7.6

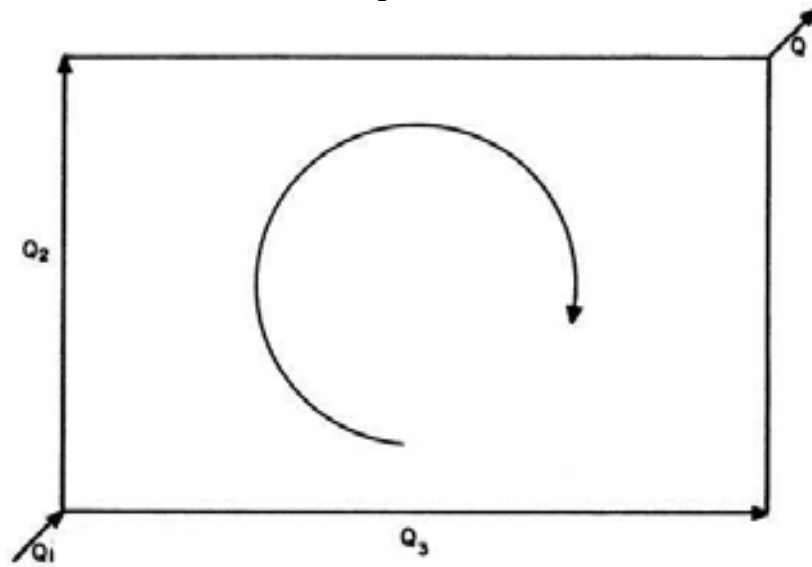
Nodo; es un punto en el cual llegan y salen flujos de agua

Tercera Ley de las Mallas

La suma algebraica de las pérdidas de energía en una malla ha de ser igual a cero. Ver figura 7.7

Si esta ley no se cumple en el punto de partida utilizado para recorrer la malla, habrá dos presiones distintas.

Figura 7.6

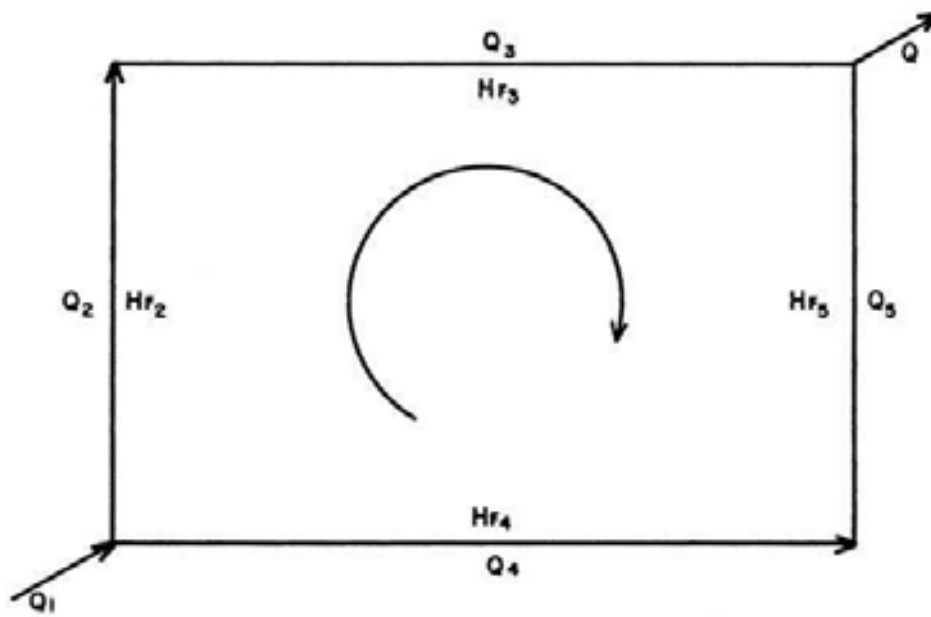


$$Q_1 = Q_2 + Q_3$$

$$Q_1 - Q_2 - Q_3 = 0$$

$$\therefore \sum Q = 0$$

Figura 7.7



$$Hr_2 + Hr_3 - Hr_4 - Hr_5 = 0$$

7.2.2 Método de Hardy Cross

Sobre un croquis de la red se distribuyen razonablemente los flujos, indicando con flechas los sentidos estimados. Las pérdidas de energía o presión correspondientes a los flujos cuyo sentido coincide con las manecillas del reloj serán positivos y en sentido opuesto negativas. Ver figura 7.8

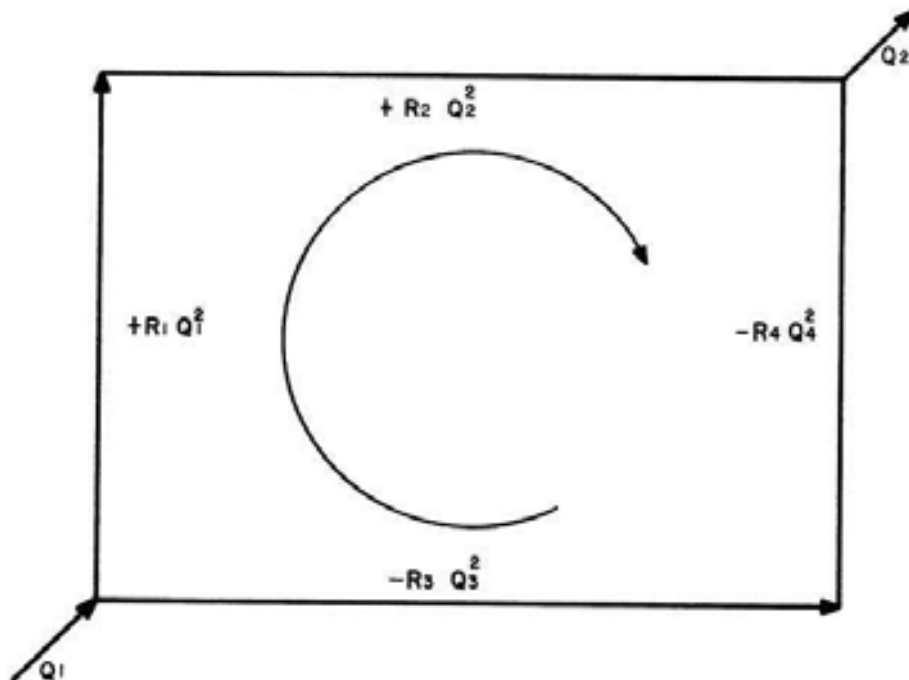
Este método utiliza las tres leyes señaladas¹.

Aplicación de la 1ª Ley de las redes de tuberías

$H_f = R_1 Q^2$ para el primer tubo.

Y así subsecuentemente para el número de tubos.

Figura 7.8



Aplicación de la 3ª Ley de las redes de tubería.

$$R_1 Q_1 + R_2 Q_2 - R_3 Q_3 = 0$$

Aplicación de la 1ª y 3ª Ley de la red de tuberías

Se corrige el gasto de todas las tuberías en un valor "q" igual para todas, para cumplir la 3ª ley.

$$R_1(Q_1 + q)^2 + R_2(Q_2 + q)^2 - R_3(Q_3 - q)^2 = 0$$

$$R_1 Q_1^2 + 2R_1 Q_1 q + R_1 q^2 + R_2 Q_2^2 + 2R_2 Q_2 q + R_2 q^2 - R_3 Q_3^2 + 2R_3 Q_3 q - R_3 q^2 = 0$$

Eliminando los términos "q²" (por resultar muy pequeños)

$$R_1 Q_1^2 + 2R_1 Q_1 q + R_2 Q_2^2 + 2R_2 Q_2 q - R_3 Q_3^2 + 2R_3 Q_3 q = 0$$

$$2R_1Q_1q + 2R_2Q_2q + 2R_3Q_3q = -R_1Q_1^2 - R_2Q_2^2 + R_3Q_3^2$$

$$2q(R_1Q_1 + R_2Q_2 + R_3Q_3) = -(R_1Q_1^2 + R_2Q_2^2 - R_3Q_3^2)$$

$$q = -(R_1Q_1^2 + R_2Q_2^2 - R_3Q_3^2) / (2(R_1Q_1 + R_2Q_2 + R_3Q_3))$$

$$q = -(\sum RQ^2) / (\sum 2RQ) = (-\sum H_f) / (\sum 2 H_f/Q)$$

Aplicación de la 2ª Ley

Al inicio del cálculo se utiliza la 2ª ley para efectuar la distribución inicial suponiendo gastos y serán modificadas con el balance obteniendo con la 1ª y 3ª ley hasta llegar a la solución real.

7.3 Resultados de cálculo de la red contra incendio

Información necesaria para generar la red de contra incendio.

Plano de localización del área a proteger.

- Agencia de ventas
- Refinerías
- Complejos petroquímicos
- Baterías de separación
- Edificio, etc.

En base a este plano se traza la red de contra incendio, considerando los criterios siguientes:

- Formar anillos en la red
- Velocidades recomendadas
- Colocar válvulas de seccionamiento
- Diámetro mínimo de 6"
- El número máximo de hidrantes, monitores o tomas para camión por anillos, etc.

Recomendaciones para el diseño de la red.

- A) Calcular el riesgo mayor en el plano
- B) Localizar la casa de bombas de contra incendio

Con esta información se generan los siguientes planos:

- Planos de localización general de la red de contra incendio
- Diagrama de flujo.

Para el adecuado diseño de una red contra incendio se debe obtener el diámetro óptimo, ya que un sobre-dimensionamiento de éste ocasiona altos costos en tubería y accesorios que constituyen la red y mala operación, de otra forma la selección de un diámetro menor origina grandes caídas de presión, lo que repercute en la necesidad de contar con un equipo de bombeo de mayor potencia.

Otro factor a considerar para el dimensionamiento de la tubería es la velocidad del fluido, que está íntimamente ligado con la caída de presión ó pérdidas por fricción, como ya se estableció una velocidad aceptable que fluctúa entre 6 y 12 pies/seg, cuando la velocidad sea menor de 6 pies/seg. en la descarga de la bomba el diámetro seleccionado será 6" como mínimo¹.

CAPÍTULO 8

8. Sistemas preventivos de protección y de alarma.

En toda área de almacenamiento y proceso donde se manejan productos petrolíferos que puedan causar intoxicación, incendio o explosión, es importante contar con sistemas para prevenir o eliminar condiciones de peligro que atenten contra la integridad física de las personas o instalaciones.

El objetivo de los sistemas de detección de gas y fuego es prevenir los siniestros que pudieran ser causados por escape de gases combustibles y que generen cantidades apreciables de humo y gases tóxicos, flama e incremento de temperatura¹.

Cuando se produce un incendio, toda acción o reacción posterior que sirva para reducir su gravedad está originada por alguna transmisión de información sobre el incendio o sobre la respuesta al mismo. Los sistemas de detección y alarma, incluidos todos los sistemas de telecomunicación que se utilizan para ello, son el medio de transmitir dicha información².

Se han implementado sistemas de detección de gas y fuego que se detallan en este capítulo.

8.1 Clasificación de detectores y tableros de seguridad.

8.1.1 Los detectores se clasifican de acuerdo a sus características de operación, para fuego o para gas.

Clasificación de detectores

	Flama	Infrarrojos Fotoeléctricos Oscilación de flama Ultravioleta (UV)	
Fuego	Humo	Ópticos o fotoeléctricos Puente de resistencia Análisis de muestra Ionización	
	Temperatura	Termoestáticos Combinado cámara Compensado vaina Termovelocimétricos	Lámina bimetálica Membrana bimetálica Cable termosensible Tapón fusible (neumático) Ducto neumático Ampolla de cuarzo Cámara neumática Tubo neumático

Clasificación de detectores

Fuego	Combustible	Electrocatalítica
Gas	Tóxico (H ₂ S)	Película semiconductora (absorción) Celda electroquímica

8.1.2 Los tableros de control (seguridad) se clasifican de acuerdo a las funciones que realizan.

- A) Tradicional tipo gabinete.
- B) Selectivo con monitor de T.V.

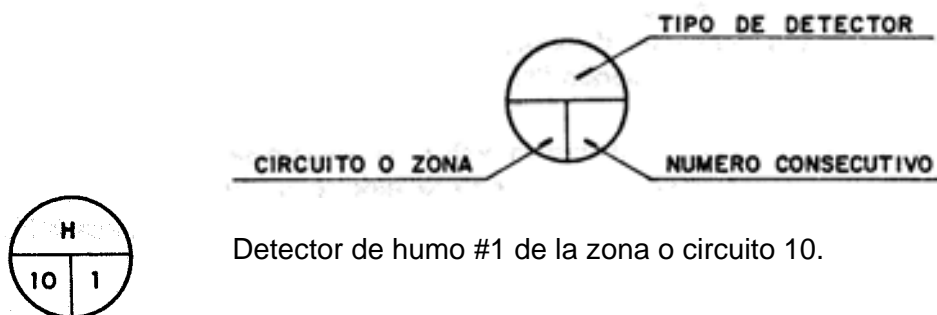
8.1.2.1 Tablero de control (seguridad) para fuego o gas

Existen dispositivos auxiliares que integran el sistema de detección de gas y fuego que son:

- A) Estaciones manuales
- B) Alarmas visibles
- C) Alarmas audibles
- D) Luces de estado
- E) Estaciones de aborto
- F) Lámparas auxiliares
- G) Estaciones de paro de emergencias

8.2 Simbología y nomenclatura de detectores.

En la actualidad ningún organismo nacional o internacional tiene estandarizada la simbología, por lo que se ha adoptado basada en círculos con letras inscritas que indican el tipo de detectores, adicionando en su caso un número consecutivo y el circuito o zona a que pertenece, ejemplos.



F	- Flama
GC	- Gas combustible
GT	- Gas tóxico
H	- Humo
T	- Temperatura

Nomenclatura de dispositivos auxiliares:

M	-Estación manual
A	-Alarma audible
V	-Alarma visible
LE	-Luces de estado
LA	-Lámparas auxiliares
EA	-Estación de aborto
EPE	-Estación por paro de emergencia

8.3 Sistema de detección para fuego y para gas.

Los principales tipos de instrumento para la detección de fuego son:

8.3.1 Detectores de flama

A) Detector de flama infrarrojo. – Reacciona fuera del campo de la visión humana arriba de los 7,700 Å de longitud de onda de amplio espectro, lo que ocasiona "falsas alarmas", principalmente debido a descargas atmosféricas.

B) Detector de flama fotoeléctrica. Basa su principio de funcionamiento en la generación de un potencial eléctrico que produce una celda fotoeléctrica, cuando ésta es expuesta a la energía radiante de una flama.

Reacciona en todo el espectro de luz visible, rayos infrarrojos y rayos ultravioleta de 1,850 a 50,000 Å de longitud de onda, tiene como desventaja que actúa con cualquier tipo de luz, produciendo "falsas alarmas".

C) Detector oscilación de flama.- Detector fotoeléctrico que impide la reacción ante la luz visible, a no ser que la luz percibida esté modulada a la frecuencia característica de luz de la flama.

Se emplea poco dado que debe calibrarse para cada frecuencia de luz producida por una flama.

D) Detector de flama ultravioleta. - Este tipo de detector basa su principio de funcionamiento en la captación de la energía radiante ultravioleta en el rango de 1,850 Å producida por la flama, evitando traslapes con el rango de radiación ultravioleta solar y suprimiendo "falsas alarmas" por acción de luz solar.

Estos detectores son afectados por la soldadura eléctrica, la alta radiación ultravioleta, las descargas atmosféricas (rayos) y las fuerzas electrostáticas.

Para que un detector ultravioleta no produzca "falsas alarmas", se debe seleccionar el rango de operación fuera del rango de radiación ultravioleta solar, ajustándolo para que no se active por fuegos lejanos.

El sensor ultravioleta detecta el fuego ocasionado por cualquier fuente (gas natural, crudo, diesel, gasolina.)¹

Definiciones.

-Cono de visión del detector.- Es el patrón de absorción de energía ultravioleta de 90° a 150° dependiendo del fabricante.

-Sensitividad del detector.- Es la reacción matemática de salida a señal de entrada.

Sensitividad del detector = Señal de salida / Señal de entrada

En un detector de flama ultravioleta se considera como señal de entrada, la flama que produce un fuego de gasolina en una área de 1 pie², pudiendo ajustar sensibilidades de 8 a 120 cps ciclos por segundo "hertz" o de 10 a 100 ciclos por segundo "hertz" según el fabricante.

Las características más relevantes de los detectores de flama tipo ultravioleta son:

Rango de frecuencia	1850 A a 2450 A
Rango óptico	90° o 150°
Rango de temperatura	-40° a 77°C
Voltaje de entrada	24 volts corriente directa "V.C.D."
Clasificación de la cubierta	Clase I grupo A, B, C, D, NEMA 4
Consumo de potencia	12 watts (en reposo.) 20 watts (en alarma)
Tiempo de respuesta	25 milisegundos (relevadores convencionales) 10 milisegundos (relevadores estado sólido)
Material de la caja detector	Bronce niquelado o aluminio libre de cobre anodizado o acero anodizado 303 o 316
Cableado	4 conductores No. 22 AWG
Separación máxima del controlador	300 metros

Tomando en cuenta el tiempo de respuesta, costo y demás ventajas del detector de flama ultravioleta, se recomienda para detección de fuego dentro del enclaustramiento de turbocompresoras, turbogeneradores o de algún otro equipo cuyo valor lo justifique.

8.3.1.1 Controladores de detectores de flama tipo ultravioleta

En general los controladores de detectores realizan tres funciones principales, todas ellas importantes para que el funcionamiento del sistema de detección sea adecuado, estas funciones son:

A) Supervisión de 1 a 8 detectores con una velocidad de muestreo de 1 detector por segundo {variando según modelo y/o fabricante}

B) Revisión de lazos de medición diagnosticando la falla o avería.

En ciertos modelos de controladores se identifican las fallas mediante un código digital como se indica.

Código Digital	Identificación de falla
0	Descarga ocasional del detector
1	Mal funcionamiento de la alimentación de C.D.
2	Sensitividad reducida del detector
3	Mal funcionamiento del circuito de supervisión del detector
4	Falla de cable C al detector
5	Falla de módulo o falla de cable B
6	Falla de alto voltaje al detector o cable A
7	Falla de tarjeta comparadora
8	Circuito de salida inhibido
Ventanilla en blanco	Avería en la tarjeta de supervisión del detector o falla de bajo voltaje de la fuente

Este código puede cambiar dependiendo del fabricante del controlador.

C) Toma de acciones correctivas en caso de fuego de acuerdo con la lógica de funcionamiento establecida (accionar alarmas, descargar sistemas de extinción, etc.)

Las características principales de los controladores de detectores de flama tipo ultravioleta son:

Rango de temperatura	20°C a 77°C
Capacidad de contactos	10 amperes resistivos, 8 amperes inductivos
Voltaje de entrada	24 volts corriente directa "V.C.D."
Consumo máximo de potencia	26 watts

8.3.2 Detectores de humo

Son los que se describen a continuación:

A) Detectores de humo óptico o fotoeléctrico

Este tipo de detector sirve únicamente para partículas del humo y por su característica de operación, se dividen en dos clases:

A1) De rayo luminoso.- De detección lineal, cubre una cierta longitud entre el emisor de luz y el receptor, basando su principio de operación en el cambio de resistencia eléctrica de una celda fotoconductiva la que opera al oscurecerse parcialmente el rayo luminoso por el humo que lo bloquea.

A2) De refracción. - De detección puntual se activa cuando el humo penetra a una cámara donde un haz de luz se refracta sobre las partículas de humo visibles, provocando una variación en la resistencia eléctrica de la celda fotoconductiva.

B) Detectores de humo de puente de resistencia

Este tipo de detector contiene un circuito electrónico de puente de rejillas, en el cual las partículas de humo y la humedad producen cambios rápidos de impedancias rompiendo el equilibrio del puente y provocando que mediante un dispositivo electrónico se accione la alarma.

C) Detector de humo de análisis de muestra

En este tipo de detectores una bomba extrae una muestra de aire-humo, la introduce en una cámara de niebla de alta humedad en donde la humedad del aire se condensa sobre las partículas de humo formando una niebla dentro de la cámara. La densidad de la niebla se mide por medio fotoeléctrico y cuando ésta es mayor que un valor prefijado se acciona la alarma

D) Detector de humo de ionización

Constituido por una o dos cámaras de ionización (una para operar y otra de referencia) en las que normalmente existe una pequeña circulación de corriente que se debe a la ionización de las moléculas de N_2 y O_2 del aire provocada por un bombardeo de partículas alfa. Cuando las partículas visibles o invisibles de humo penetran a la cámara de operación se adhieren a los iones, reduciendo el flujo de corriente y aumentando la tensión entre el cátodo y ánodo, cuando se alcanza el nivel predeterminado, se produce la alarma.

8.3.3 Detectores de temperatura

Los detectores de temperatura se clasifican como se describe a continuación:

A) Detectores termoestáticos.- Reaccionan cuando la temperatura alcanza un valor prefijado.

B) Detectores termovelocimétricos. - Reaccionan cuando una determinada tasa de incremento de temperatura es alcanzada.

C) Detectores combinados.- combinan las ventajas de los dos anteriores.

D) Detectores compensados. - Eliminan el problema de los térmicos combinados y se dividen en:

D.1. Puntuales.- son los que cubren un espacio definido.

D.2. Lineales.- son los que cubren una longitud en forma de circuito.

8.3.3.1 Detectores termoestáticos.

Operan por el principio bimetalico, basado en el coeficiente de la dilatación térmica de los metales y son los siguientes¹:

A) Detector de lámina bimetalica. - Formado por una lámina bimetalica conectada a un contacto fijo; la distancia de deformación de la lámina determina el punto de ajuste del detector. Este tipo de detector tiene la desventaja de que lo afectan las vibraciones.

B) Detector de membrana bimetalica. - Este tipo de detectores está formado por una membrana bimetalica cóncava que al calentarse cambia a convexa, tiene las ventajas siguientes: ejerce una mayor fuerza para cerrar los contactos, no le afectan las vibraciones y regresa por si solo a su estado original.

C) Detector de cable termosensible (tipo lineal). - Formado por un cable (protegido contra lesiones mecánicas) de dos conductores metálicos trenzados y separados por un elemento termosensible, el cual se fundirá a un valor prefijado de temperatura, permitiendo el contacto entre dos conductores. Presenta la desventaja de que es necesario sustituir el cable afectado por el calor.

D) Detector de tapón fusible (puntual). Está formado por un conector metálico bloqueado por un metal fundente, conectado a una tubería presurizada con aire de instrumentos que cuando el metal se funde por acción del calor, el aire escapa propiciando una caída de presión lo que provoca que el sistema de protección se accione.

E) Detector ductoneumático de plástico (lineal).- Funciona de la misma manera que el anterior, con la diferencia que el calor fundirá parte del ducto de plástico, el cual deberá sustituirse después del incendio.

F) Detector ampolla de cuarzo.- Formado por una ampolla de cuarzo que contiene un líquido de alta dilatación térmica, instalada a la descarga de un espesor, cuando se alcanza una temperatura prefijada, la ampolla se rompe permitiendo la salida de agua contra incendio.

8.3.3.2 Detectores termovelocimétricos.

Funcionan por diferencia de temperatura entre el interior y el medio ambiente, la alarma se acciona cuando la temperatura aumenta rápidamente y se retarda cuando el crecimiento es lento. Existen las siguientes ventajas: puede graduarse su velocidad de respuesta, se fabrican en gran rango de temperatura, su operación es más rápida que los termoestáticos. La desventaja es que son susceptibles a falsas alarmas cuando la temperatura ambiente aumenta rápidamente y no por un incendio, además no reacciona ante un fuego que se propaga lentamente¹.

Dentro de los detectores termovelocimétricos existen los siguientes:

A) Detectores de cámara neumática (puntual). - El aire contenido en una cámara se expande por la acción del calor presionando un diagrama flexible que a su vez cierra unos contactos eléctricos. Cuando el incremento de temperatura es bajo, el aire expandido sale

por los respiradores permaneciendo inmóvil el diafragma; si el incremento de temperatura es alto los respiradores resultan insuficientes y al expandirse el aire presiona el diafragma, cerrando los contactos eléctricos y accionándose la alarma.

B) Detectores de tubo neumático (lineal).- Funciona en forma similar al de cámara neumática, con la diferencia que el sensor es un tubo continuo en forma de bucle cerrado. La expansión del aire presiona los diafragmas accionando el transmisor neumático de alarma.

C) Detector termoeléctrico. - Está constituido por dos termopares colocados en una cápsula de tal forma que uno está expuesto al calor esperado y el otro aislado del mismo. Cuando el incremento de temperatura es lento, los dos termopares la detectan y no existe tensión eléctrica. Si el incremento es rápido habrá una diferencia de temperatura en los termopares, generándose una tensión eléctrica que operará la señal de alarma al alcanzar un valor predeterminado.

8.3.3.2 Detectores térmicos combinados y compensados.

Estos detectores combinan las características de los termoestáticos y los termovelocimétricos.

A) Detector térmico puntual combinado

Actúa por tasa de aumento (termovelocimétrico), cuando el aire se expande el respiradero es insuficiente, provocando presión en el diafragma que cierra los contactos.

También actúa por temperatura fija (termoestático). El fusible al fundirse libera el resorte que presiona el diafragma cerrando los contactos. Este último se activa cuando el primero no ha funcionado.

B) Detector térmico compensado

Este detector, a diferencia de los térmicos combinados, opera a bajas velocidades de incremento de temperatura.

Está formado por una funda y varillas internas con diferentes coeficientes de dilatación, cuando la temperatura se incrementa rápidamente la funda se dilata y cierra los contactos. Si la temperatura se incrementa lentamente la funda y las varillas se dilatan provocando el cierre de los contactos.

8.3.3 Detectores de gas combustible.

Referente a la detección de gases combustibles definiremos los términos más usuales.

Los detectores de gas combustible se basan en el principio electrocatalítico de los metales, los cuales al calentarse cambian su resistencia eléctrica en forma proporcional. Esta variación de resistencia es acondicionada dentro de un puente de Wheatstone, produciendo una tensión proporcional, que se amplifica convirtiéndose a corriente de 4-20 mA que se transmite al controlador.

Al instalar detectores de gas combustible se debe evitar:

A) La contaminación con polvo de sílice (ya que éste ciega totalmente el platino), instalando filtros contra polvo. Esto tiene la desventaja de que retrasa el tiempo de respuesta hasta en un 40% del tiempo normal.

B) La protección de agua en forma directa instalando guardas protectoras contra agua.

Algunas de las características de los detectores de gas combustible son:

- Autocompensación por temperatura, humedad y presión barométrica.
- Tiempo de respuesta: 6 segundos (expuestos a 50% del metano límite inferior de explosividad "LEL")
- Rango de temperatura: -40°C a 60°C
- Corriente de salida: 4-20 mA
- Humedad al 99% no condensable
- Tiempo de vida 3:años

El sensor es un elemento que se calienta bajo condiciones normales y también cuando se expone al gas detectado. Está sujeto a quemarse, sufriendo lo que se conoce como "cansancio" debido al envejecimiento de los componentes por el uso normal.

8.3.5 Controlador de detectores de gas combustible.

Este controlador es el cerebro del sistema de detección. Realiza gran número y variedad de funciones que por lo general son:

A) Supervisión de 1 a 16 detectores (canales) con una velocidad de muestreo de 3.2 segundos por canal.

B) Revisión de los circuitos de medición, reportando de acuerdo al NFPA-72E los datos siguientes.

Condición normal
Sensor dañado
Falla de corriente
Cables averiados

C) Tomando acciones preventivas y correctivas necesarias (alarma, paro de equipo, ventilación, etc.)

20% LEL – Alarma preventiva

60% LEL – Alarma correctiva o de alto peligro

Las principales características de los controladores son:

Voltaje de entrada	24 V.C.D.
Repetibilidad	2% escala completa
Linealidad	5% escala completa

Indicación de salida	Analógica o digital
Rango de temperatura	0°C a 60°C
Dispositivo de salida	Contactos para accionar alarmas, luces, etc.
Consumo de potencia	9 watts por canal

8.3.6 Detectores de gas sulfhídrico (H₂S)

Propiedades del ácido sulfhídrico

- Incoloro
- Arriba de 27 PPM comúnmente su olor es similar al de huevos podridos
- Densidad relativa a 15°C y 1 atm 1.1895
- Limite de explosividad 4.0 a 44% en volumen de aire
- Temperatura de autoignición 260°C
- Peso molecular 34.08 g/mol
- Viscosidad del gas a 0°C y 1 atm = 0.01166 centipoises
- Presión de vapor a 21°C = 252 psig
- Conductividad térmica a 0°C = 0.0305 cal/seg

Equivalencias:

1 PPM de H₂S = 1.5 mg/m³

1% de H₂S en volumen de aire = 10000 PPM

Rango de explosividad en PPM

4.0 %	44% en volumen de aire
40000 PPM	440000 PPM
(LEL)	(UEL)

Valores límites tolerables para jornadas de 8 horas de trabajo continuo:

10 PPM API (American Petroleum Institute)

10 PPM OSHA (Occupational Safety and Health Administration)

20 PPM ANSI (American National Standards Institute)

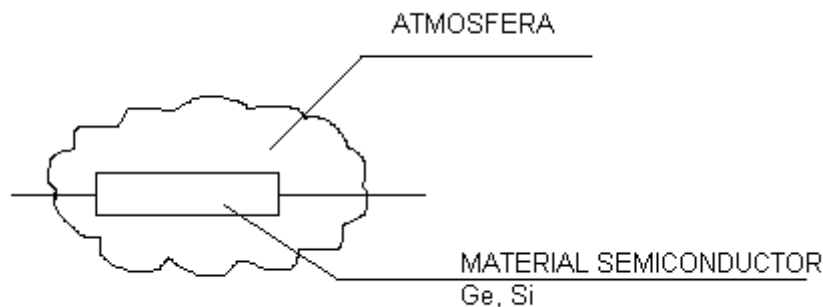
Influencia del H₂S sobre el organismo humano (ANSI)

0.13 PPM	Olor mínimo perceptible
4.6 PPM	Fácilmente detectable por el olfato
10 PPM	Comienza irritación en los ojos
27 PPM	Fuerte olor desagradable pero tolerable
100 PPM	Irritación en los ojos y pérdida del olfato, después de 2 a 15 minutos de exposición
200-300 PPM	Marcada conjuntivitis (inflamación de los ojos) e irritación en el aparato respiratorio después de una hora de exposición
500-700 PPM	Pérdida de la conciencia y posible muerte en 30 minutos a una hora
700-1000 PPM	Rápidamente de la conciencia, cese de la respiración y muerte
1000-2000 PPM	Pérdida de la conciencia al instante (una respiración) cese repentino de la respiración y muerte en pocos minutos, la muerte puede ocurrir aun cuando la persona sea removida al aire fresco.

Este gas no es peligroso por su explosividad, sino por su alta toxicidad.

8.3.6.1 Principio de operación de los detectores de gas sulfhídrico (H₂S)

Estos detectores se basan en el principio denominado “tipo de absorción”, en el que un material semiconductor (Ge, Si) cuando es expuesto a una atmósfera de gas/aire, absorbe este gas provocando que disminuya en forma proporcional la resistencia eléctrica.



Gas H₂S → absorbe el material semiconductor → disminuye su resistencia eléctrica.

Al igual que en el detector de gas combustible, la variación de resistencia eléctrica es acondicionada dentro de un puente Wheatstone, produciendo una tensión proporcional que se amplifica convirtiéndose a corriente de 4-20 mA que se transmite al controlador.

Características principales de los detectores de gas tóxico.

-Tensión de entrada	24 V.C.D.
-Corriente de salida	4-20 mA
-Tiempo de respuesta	De 0-10 ppm en menos de 10seg. 60seg para indicar el 50% de la escala cuando es expuesta a 100 ppm
-Desviación del cero	Menos de 5% por año.
-Tiempo de vida	3 ó 4 años, servicio normal.
-Clasificación eléctrica	NEC clase 1 división 1, grupo B, C, D.

8.3.7 Controlador de detectores de gas tóxico (H₂S)

Este controlador es el cerebro que supervisa y ordena todas las acciones del detector siendo sus principales funciones las siguientes:

A) Supervisión de 1 a 16 detectores (canales)

B) Revisión de los “anillos” de medición reportando (de acuerdo al NFPA 72 E) los datos siguientes.

- Condición normal
- Sensor dañado
- Falla de corriente
- Cables averiados

Toma las acciones preventivas y correctivas necesarias según el caso, para lo cual tiene dos niveles de alarmas ajustables de
 10 PPM - Alarma preventiva
 20 PPM - Alarma correctiva o de alto peligro

Las características principales de los controladores de detectores de gas tóxico (H₂S) son:

- Tensión de entrada 24 V.C.D.
- Rango de temperatura -18° a 66°C
- Rango de medición 0-100 PPM analógica, opcional 0-10 PPM y 0-50 PPM 0-99 digital.
- Repetibilidad 5% de la lectura
- Número de canales de 1 a 16
- Dispositivo de salida contactos tres amperes 117 V.C.A. resistivo para accionar alarmas, luces y ventiladores.
- Consumo: 7 watts por canal nominal.

8.3.8 Dispositivos auxiliares de alarma y control

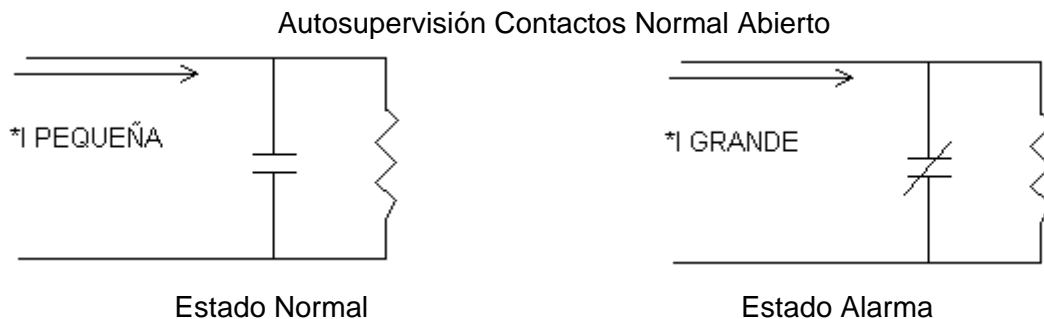
Los sistemas de detección deben contar con una serie de dispositivos que complementen la función de los detectores y sus controladores y se denominan dispositivos auxiliares que en forma general son los siguientes:

A) Estaciones manuales de alarma por fuego

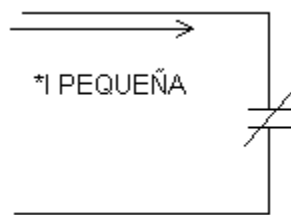
Tiene como objetivo alertar al personal sobre la existencia de fuego, siendo sus características de operación las siguientes:

- Tensión de alimentación 24 V.C.A.
- Contactos NC o NA
- Color Rojo brillante
- Clasificación eléctrica Clase 1 div. 2 grupo B, NEMA 4.

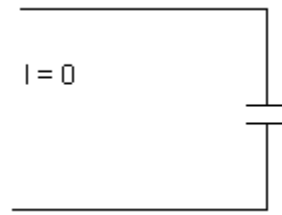
De acuerdo con el NFPA-72 E, el equipo eléctrico destinado a los sistemas de seguridad deben ser del tipo autosupervisado.



Autosupervisión Si es de Contactos Normal Cerrado



Estado Normal



Estado Alarma

*Corriente que verifica el funcionamiento normal de los cables.

B) Alarmas audibles.- Estos dispositivos tienen como función alertar de acuerdo al tipo de riesgo declarado en una instalación, se clasifican en orden de prioridad de acuerdo al código ANSI: por tipo de sonido como se indica a continuación.

Tabla 8.1

Prioridad	Tono	Audio freq.	Rango mod.	Uso
1	Pulso	475 + 25 Hz	4.5 Hz	Abandono de instalación
2	Sirena	500 a 1000 Hz	3 Hz	Fuego
3	Aullido	500 a 1000 Hz	2.5 Hz	Alta concentración de gas combustible
4	Gorjeo	500 a 1000 Hz	6.0 Hz	Alta concentración de gas tóxico
5	Constante	700 + 100 Hz	Sostenida	Prueba

-De acuerdo a la intensidad del sonido se emplean para:

Zona de proceso 100 dB
 Habitaciones y cuartos de control 85dB

C) Alarmas visibles.- Estos dispositivos tienen como función alertar mediante un código de colores sobre el tipo de riesgos que se presentan en una instalación (alarma tipo semáforo).

El código puede ser especial para cada instalación por ejemplo en las plataformas marinas:

- Verde – Condición normal
- Amarillo – Alta concentración de gas combustible
- Azul – Alta concentración de gas tóxico
- Rojo – Fuego
- Violeta – Abandonar el área

Las características principales de estas alarmas son:

Diámetro:	15 a 20 cm
Material:	Acrílico resistente al impacto
Alimentación:	Eléctrica 127 V.C.A.

D) Luces de estado.- estos dispositivos tienen como función señalar el estado en que se encuentra un sistema de extinción de fuego automático (CO₂, polvo químico seco). Esta señalización se hace con luces de colores como se indica.

Verde	Normal
Rojo centellante	Sistema descargado y/o fuera de servicio
Ambar	Sistema inhibido o bloqueado

E) Lámparas auxiliares.- Tiene como función alertar sobre un riesgo específico en un área de mucho ruido (mas de 110 dB), siendo normalmente rotatorias de alta intensidad (estroboscópicas), similares a las de ambulancia y carros de bomberos.

Las características principales de estas lámparas son:

Suministro eléctrico	24 V.C.D.
Potencia de iluminación	1 millón de candelas
Intermitencia	90 por minuto
Tiempo de vida	10,000 horas
Clasificación	3 o 4 x NEMA

F) Estaciones de paro por emergencia. - Tiene como función desencadenar la lógica de un paro ordenado en las instalaciones o equipos en operación a causa de una emergencia mayor.

G) Estaciones de abandono de la instalación. - Cuando se declara un riesgo mayor, éstas tienen como función indicar el abandono de las instalaciones.

H) Estación de aborto.- Tiene como función inhibir la descarga de un sistema automático de fuego.

8.3.9 Tablero de control de gas y fuego

Cumplen las funciones siguientes:

- centralizar la información proveniente de los detectores de campo.
- Identificar las alarmas de las distintas zonas en la planta y la clase de peligro que se presenta.
- Indican las concentraciones de gas combustible y tóxico detectadas en la instalación.
- Previenen accionando el sistema de alarma.
- Acciona los sistemas automáticos de extinción.
- Localización de detectores en instalaciones industriales. Estas funciones se realizan en forma automática o manual basadas en los diagramas lógicos de funcionamiento de diseño.

Existen dos tipos de tableros de control para gas y fuego, tipo gabinete o selectivo con monitor de T.V.

A) Tablero tipo gabinete (tradicional) son de gabinete o consola, donde los instrumentos y controladores están al frente del mismo con acceso a las tabillas de conexiones por la parte posterior.

B) Tablero selectivo con monitor de T.V.- La información sobre alarmas, estados de la planta o instalación se presenta en un monitor de T.V.

Estos tableros se especifican para plantas muy grandes en donde se tiene una gran cantidad de detectores, o cuando por filosofía de diseño, se requiere que se integren las mediciones y alarmas en un sistema central de supervisión computarizado.

También se puede contar con un sistema de proyección sobre un monitor para mostrar fotografías o esquemas de la instalación o parte de ella, indicando la ubicación de los detectores.

8.3.10 Criterios generales para la ubicación de los detectores

Para determinar la ubicación de los detectores se aplican las siguientes recomendaciones del código NFPA 72 E apéndice:

A) Detectores de temperatura y humo

Para determinar el espaciamiento y la localización de estos detectores, se consideran los siguientes factores:

1. Conformación del techo y paredes.
2. Altura del local
3. Volumen del local
4. Distribución del espacio libre
5. Temperatura normal del local
6. Posibilidad de temperaturas anormales
7. Ventilación y/o aire acondicionado
8. Tipo de materiales almacenados
9. Tipo de proceso que se realiza
10. Posibilidad de desprendimiento normal de humos como parte de proceso.
11. Estratificación de humos.

8.3.10.1 Selección

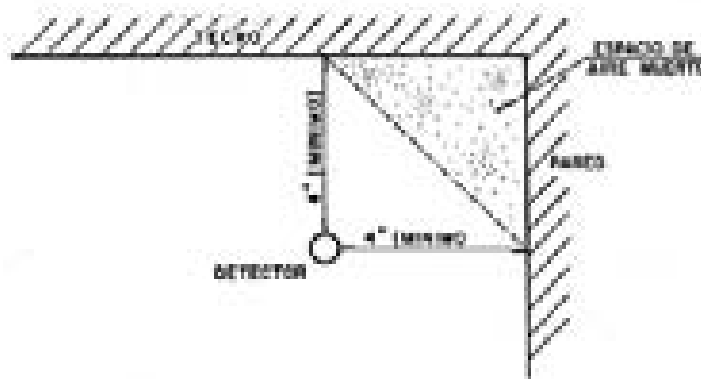
Los detectores de temperatura (termostáticos compensados) deberán seleccionarse en función de la temperatura esperada en el lugar de su instalación, marcándose de acuerdo a la temperatura del código de colores que mas adelante se indica.

8.3.10.2 Localización

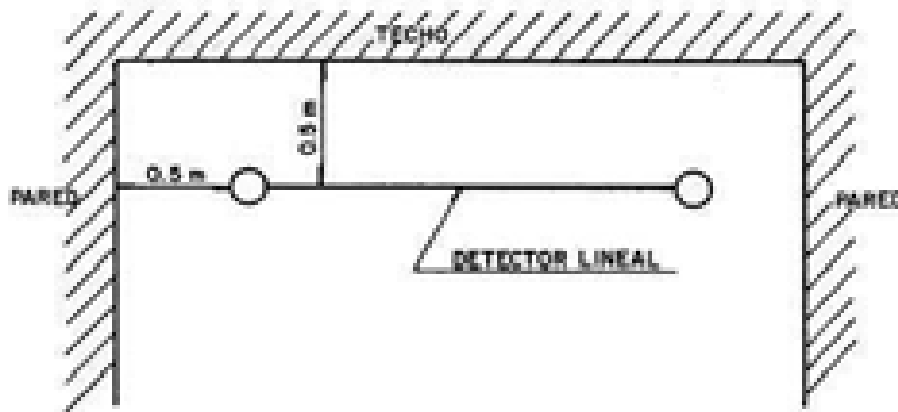
Los detectores de temperatura y humo (tipo puntual) cuando se colocan debajo del techo, tendrán un distanciamiento mínimo hacia la pared lateral de 4 pulgadas (10cm), para aislar el espacio de aire muerto.

Tabla 8.2
Código de colores de detectores de temperatura

Código de color	Clasificación de temperaturas	Rango de temperatura (°F)	Máximo de temperatura en el techo (°F)
Sin color	Ordinaria	135-174	100
Blanco	Intermedia	175-249	150
Azul	Alta	250-324	225
Rojo	Muy alta	325-399	300
Verde	Extra alta	400-499	375
Naranja	Ultra alta	500-575	475



Los detectores de temperatura y de humo (tipo lineal) deberán colocarse a una distancia máxima de 20" (0.5m) debajo del techo o de las paredes laterales.



8.3.10.3 Espaciamiento

El espaciamiento entre detectores de temperatura y de humo (lineal o puntual) será el recomendado por el fabricante de acuerdo al modelo de los mismos, la distancia hacia las paredes será la mitad de dicho espaciamiento.

El espaciamiento entre detectores de temperatura en construcciones abiertas no deberá exceder el 50% del distanciamiento especificado en locales cerrados.

Recomendaciones para la localización de detectores de humo cuando existe aire acondicionado.

- A) No deben colocarse cerca de difusores (pueden diluir el humo)
- B) Deben colocarse en el sentido del flujo de aire pudiendo requerirse detectores adicionales, por la separación entre ellos, es común incrementar un 50% el número de detectores determinado por el cálculo.
- C) No deben instalarse detectores de humo cuando la temperatura normal sea mayor de 38°C o menores de 0°C.
- D) Detectores de flama "ultravioleta"

Para definir la ubicación de los detectores de flama se deben considerar el ángulo óptico de visión (90° ó 150°), así como la relación entre la sensibilidad y la separación del detector de flama.

Se recomienda utilizar este tipo de detector en lugares enclaustrados, donde las interferencias externas como rayos, soldaduras, etc., no causen falsas alarmas, pudiéndose usar en equipo como: turbocompresoras, turbogeneradores, etc., donde se quieran respuestas rápidas para activar los sistemas de extinción contra incendio.

-Detectores de gas combustible y gas tóxico (H₂S)

Para la localización y espaciamento de este tipo de detectores existen básicamente dos filosofías que son:

- Localizar los detectores lo más cercano posible a la fuente de emisión de escape del gas.
- Localizar los detectores en una área (volumen) donde sea posible una concentración de gas.

Consideraciones que se deben tomar en cuenta para la localización, espaciamento e instalación de detectores de gas combustible y gas tóxico (H₂S)

Densidad relativa del vapor:

- Gas combustible. - Se localizará en la parte superior de los equipos y techos.
- Gas tóxico. – Se localizará en el piso a 30 cm del mismo.
- Corrientes de aire.
- Dispersión de gas.
- Limitaciones de temperatura propias. del detector.
- La vibración afecta rápidamente al sensor.
- Alambrado, separarlo de líneas de alta tensión.
- Accesibilidad para mantenimiento y calibración.
- Usar guardas para protección contra el agua.
- Usar filtros para protección contra el polvo.

8.4 Análisis, determinación y colocaciones de protección y alarmas.

Para la colocación de los diferentes tipos de detectores se debe hacer un análisis del tipo de riesgo que se presentaría en una instalación, y de acuerdo a esto, determinar el tipo de detector, cantidad de los mismos, así como el lugar mas favorable para su instalación¹.

Se puede mencionar que para la selección apropiada del tipo de detector a utilizar, es necesario identificar el tipo de fuego que se pueda presentar en un área de riesgo.

Fuego clase	Descripción
A	Materiales combustibles que dejan residuos de carbón (madera, papel, etc.) Estos producen grandes cantidades de humo, poca flama y baja temperatura.
B	Materiales derivados de hidrocarburos (gases, líquidos, y/o grasas) estos producen poco humo, flama grande y altas temperaturas.
C	Equipo eléctrico energizado, estos producen gran cantidad de humo, poca flama y temperaturas medias

De acuerdo a esto, se puede seleccionar el tipo de detectores más adecuado a cada clase de riesgo.

8.4.1 Area de Tanques

En las áreas de tanques de almacenamiento los detectores más apropiados al tipo de riesgo y/o a su peligrosidad son los de gas combustible y/o gas tóxico.

Para la instalación de estos detectores deberán considerarse los factores siguientes.

-Densidad relativa de vapor (el gas tóxico tenderá a quedar en las partes bajas a 30 cm sobre el nivel del piso: el gas combustible se localizará sobre los techos o equipos).

-Dirección de los vientos dominantes y reinantes

-Area de cobertura del detector

Deberán conocerse el límite bajo de explosividad (LEL) y el límite alto de explosividad (UEL) en caso de gas combustible.

Para gases tóxicos deberán conocerse sus concentraciones baja, media y alta

Ejemplo

Area de tanques

Metano

A) Límite bajo de explosividad (LEL) = 5% en aire

B) Límite alto de explosividad (UEL) =15% en aire

B) Gas sulfhídrico (H₂S)

10 PPM – alarma preventiva

20 PPM – alarma correctiva o de alto riesgo

La localización de los detectores de gas tóxico y/o gas combustible se define de acuerdo a la zona de riesgo, agrupándolos en dichas zonas y ubicando el controlador en el cuarto de control, para conocer mediante una alarma visual y audible, cual detector se acciona y la zona a la que corresponde.

8.4.2 Area de proceso

Para la protección de estas áreas se puede instalar un sistema de detección de acuerdo al tipo de producto a manejar, y las instalaciones a proteger.

Ejemplo:

Arreas de proceso

Protección a una casa de bombas con las siguientes dimensiones: largo = 48 m, ancho = 12 m.

La protección de esta instalación se hará determinando el número de detectores de temperatura que accionen el sistema de aspersion a las bombas.

A) Cálculo de la superficie: $SUP = L \times A = 48 \times 12 = 576 \text{ m}^2$

B) Se consulta información del fabricante, seleccionándose un detector térmico compensado, calibrado a una temperatura de 60°C (150°F), para el cual se recomienda un espaciamiento entre detectores de 4.0m (13ft) cobertura 16m²

C) Se divide la superficie entre la cobertura del detector para determinar la cantidad de detectores.

No de detectores = $576 \text{ m}^2 / 16\text{m}^2 = 36$ detectores

D) Se hace la distribución de los detectores, respetando el espaciamiento recomendado.

8.4.3 Cuarto de control

Los cuartos de control, por tipo de riesgo a manejar, se protegen con detectores de humo.

Ejemplo:

Se puede mencionar por ejemplo de protección de un cuarto de control que tiene las siguientes dimensiones: largo = 12m, ancho = 23m. Suponiendo que no cuenta con aire acondicionado.

L = 12m

A = 23m

A) Cálculo de la superficie del cuarto

$$\text{SUP} = \text{LA} = 23 \times 12 = 276 \text{ m}^2$$

B) Se consulta información de fabricantes, seleccionándose un detector con una cobertura de 81 m^2 .

C) Se divide la superficie entre la cobertura para obtener el No de detectores.

$$\text{No detectores} = 276 / 81 = 3.4 \cong 4$$

D) Con cuatro detectores se cubre la superficie del cuarto de control.

8.5 Resultado de los sistemas preventivos de protección y alarma.

La aplicación de los sistemas especiales de protección contra incendio se muestran en el Caso de Estudio en la Sección III Bases de Diseño del Sistema Contra Incendio del punto 11; se muestran las áreas de aplicación y detalles de diseño, adicionalmente en la sección VI Diagrama de Flujo de Proceso y sección VII Diagramas de Tuberías e Instrumentación (DTI) se muestran dos planos de localización de detección.

CASO DE ESTUDIO

Ingeniería y Administración de Proyectos	BASES DE DISEÑO DE PLANTAS DE PROCESO	No. BD-A-001
		REV. A
		Fecha: ENE- 2008

1. Presentación del caso de estudio

Contenido

1.0	Introducción:	108
2.0	Objetivo:.....	108
3.0	Alcances:	108
4.0	Generalidades del Proyecto.	109
5.0	Plantas Recuperadoras y Fraccionadoras de Licuables.	109
5.1	Capacidad y Flexibilidad.....	109
5.2	Tipo de planta.	110
5.3	Condiciones de operación a carga reducida (turndown conditions).	110
5.4	Expansión futura.....	110
5.5	Paros de emergencia.	111
5.6	Condensado no estabilizado.	111
6.0	Especificaciones y condiciones de operación de los productos en límite de batería.	112
6.1	Gas residual.	112
6.2	Gas LP.....	113
6.3	Nafta ligera.	114
6.4	Nafta pesada.	114
7.0	Especificaciones y condiciones de operación de corrientes intermedias.	114
7.1	Líquidos Criogénicos	114
7.2	Condensado estabilizado (fondo de torre estabilizadora).....	115
7.3	Gas de despunte de estabilizadora de condensados.	115
7.4	Líquidos ligeros (condensado de domos de rectificadora).....	115
8.0	Garantías del Proceso.....	115
9.0	Sistemas de seguridad y protección.	116
9.1	Sistema Instrumentado de Seguridad (SIS).....	116
9.2	Sistema contra incendio.	117
9.3	Protección de personal.....	117
10.0	Sistema De Unidades y factores de conversión.	117

Ingeniería y Administración de Proyectos	BASES DE DISEÑO DE PLANTAS DE PROCESO	No. BD-A-001
		REV. A
		Fecha: ENE- 2008

PLANTAS RECUPERADORAS Y FRACCIONADORAS DE LICUABLES.

1. Introducción:

Estas Bases de Diseño contienen criterios para la Ingeniería Básica, el diseño de las Plantas, requerimientos operacionales y consideraciones ambientales en los que se fundamentará la ejecución del proyecto. Las fuentes de los datos son las Bases de Diseño de Plantas de Proceso, Almacenamiento y Terminal de Distribución e Integración de Areas editadas por PGPB como parte de la licitación pública, así como las Especificaciones del Proyecto.

Los cambios a las Bases de Diseño de la Planta deberán ser documentados mediante revisiones de este documento a través de una Correspondencia o Minuta formal y debidamente firmadas, haciendo referencia a la sección del documento que va a ser modificada.

2. Objetivo:

Construcción de dos plantas recuperadoras de licuables tipo modular con capacidad de procesamiento de 200 MMPCD (20°C y 1kg/cm²a) de gas húmedo dulce cada una y 6,000 BPD de líquidos no estabilizados, incluyendo: ingeniería básica y de detalle, procura de equipos y materiales, fabricación de equipos y módulos, construcción e instalación en campo, integración a almacenamiento, ductos y servicios, pruebas y preparativos de arranque, puesta en marcha y prueba de garantía.

3. Alcances:

El proyecto tendrá los siguientes alcances:

- Licencia de uso de tecnología.
- Ingeniería básica.
- Ingeniería de detalle.
- Procura de equipos.
- Procura de materiales.
- Fabricación de módulos.
- Construcción e instalación en campo.
- Integración a almacenamiento, ductos y servicios auxiliares.
- Pruebas de prearranque.
- Puesta en marcha y prueba de garantía.

Para dos plantas recuperadoras de licuables, conteniendo cada planta las siguientes secciones:

Planta 1:

- Estabilización y rectificación de condensados.**
- Sección criogénica.**

Ingeniería y Administración de Proyectos	BASES DE DISEÑO DE PLANTAS DE PROCESO	No. BD-A-001
		REV. A
		Fecha: ENE- 2008

Sección de fraccionamiento de líquidos.

Planta 2:

Sección criogénica.

Sección de fraccionamiento de líquidos.

4. Generalidades del Proyecto.

Debido al crecimiento de la oferta de gas natural proveniente de los campos de Burgos en la región Norte de la República Mexicana, se requiere ampliar la capacidad de procesamiento de gas húmedo dulce (GHD) y condensados no estabilizados (CNE) en la zona. Actualmente el flujo de CNE que se procesa en el CPG Reynosa es de aproximadamente 3,400 BPD

Para esto, se ha establecido la construcción de dos plantas recuperadoras y fraccionadoras de licuables, en el área de Reynosa, Tamps. Estas plantas tendrán como insumos: 200 millones de pies cúbicos diarios de gas húmedo dulce (a 20°C y 1 kg/cm²), cada una de ellas y 6,000 BPD de condensados no estabilizados procesados únicamente por la planta 1, en la sección de estabilización y rectificación de condensados.

Como productos se tendrán por la Planta 1: gas seco, gas LP, naftas ligeras y naftas pesadas. Para la Planta 2, se tendrán como productos: gas seco, gas LP y naftas ligeras. El gas seco se enviará al troncal de gas seco, mientras que los líquidos recuperados y fraccionados serán enviados a almacenamiento para su posterior venta en la terminal de distribución de productos.

5. Plantas Recuperadoras y Fraccionadoras de Licuables.

Las nuevas Plantas Recuperadoras y Fraccionadoras de Licuables consistirán de una unidad Criogénica con una torre desbutanizadora. El proceso criogénico es conocido como "Single Column Overhead Recycle" (SCORE) diseñado para recuperar el 98 % del propano, rechazando esencialmente todo el etano presente en la corriente. El producto desetanizado es fraccionado en una torre desbutanizadora obteniendo LPG y nafta ligera. La Planta 1 contará con una sección estabilizadora de condensados, de la que se obtiene nafta pesada y gases despuntados que se incorporan a la corriente de entrada de gas húmedo dulce, con opción de transferirse a ambas plantas criogénicas.

5.1 Capacidad y Flexibilidad.

La capacidad de diseño de las Plantas Recuperadoras y Fraccionadoras de Hidrocarburos será de 200 MMPCD de gas húmedo dulce cada una, con una recuperación de propano de 98% en base molar y una recuperación de pentano y más pesados en la corriente de gasolina natural del 100%.

Ingeniería y Administración de Proyectos	BASES DE DISEÑO DE PLANTAS DE PROCESO	No. BD-A-001
		REV. A
		Fecha: ENE- 2008

La sección de estabilización y rectificación de condensados de la Planta 1 tendrá una capacidad de 6,000 BPD.

El diseño de las plantas asegurará la operación estable para las composiciones indicadas en la sección 6.1 (máxima, mínima) de este documento.

El factor de servicio de la planta será de 91.3 % (8,000 h de operación por año). El diseño debe considerar que la planta no seguirá operando cuando se presente una falla de electricidad, falla de aire de instrumentos o detección de fuga de hidrocarburos. La planta tendrá facilidades para un paro ordenado en el caso de que ocurriese alguna de estas fallas, y se deberán mantener los instrumentos operando hasta que se haya llevado a cabo el paro.

5.2 Tipo de planta.

Las Plantas recuperadoras y fraccionadoras de licuables y la planta de estabilización, será del tipo modular y estará montada en patines de tipo estructural, conteniendo las plataformas de operación necesarias, barandales y escaleras de acceso, así como el alumbrado necesario para la operación y mantenimiento de cada uno de sus componentes. Estas estructuras se diseñarán para que los módulos de la planta puedan izarse y transportarse para su instalación incluirán toda la tubería, instrumentos, accesorios y conexiones requeridas de tal forma que una vez acoplados todos los módulos, se puedan iniciar las pruebas de prearranque y arranque de la planta.

Todos los equipos estarán montados sobre módulos, a excepción de columnas, deshidratadores, soloaires y calentadores a fuego directo.

5.3 Condiciones de operación a carga reducida (turndown conditions).

Las Plantas Recuperadoras y fraccionadoras de Hidrocarburos, deberán ser diseñadas para una operación a carga reducida continua del 60 por ciento de capacidad.

5.4 Expansión futura.

Se considerarán disparos en los cabezales de gas húmedo dulce y gas residual, para la integración de una tercera Planta de igual capacidad.

Los cabezales de servicios auxiliares y el cabezal de desfogue contemplarán la integración de la tercera planta futura.

La capacidad del turbogenerador será definida sin considerar los consumos de la tercera planta futura, es decir para los requerimientos actuales del complejo con las Plantas No 1 y No 2, como se han descrito anteriormente.

Ingeniería y Administración de Proyectos	BASES DE DISEÑO DE PLANTAS DE PROCESO	No. BD-A-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

5.5 Paros de emergencia.

Las unidades serán provistas con las instalaciones necesarias para un paro ordenado en caso de falla de electricidad, falla de aire de instrumentos o detección de fuga de hidrocarburos.

5.6 Condensado no estabilizado.

Condiciones:

	Mínima	Normal	Máxima
Flujo, BPD (std)	4,000	5,000	6,000
Presión, kg/cm ² a	16.98	22.11	30.98
Temperatura, °C	25	35	45
Estado físico	Mezcla L-V	Mezcla L-V	Mezcla L-V

Composición:

	Normal % vol	Máxima En ligeros % vol
Nitrógeno	0.004	0.006
CO ₂	0.047	0.210
Metano	9.176	10.984
Etano	4.459	5.657
Propano	4.103	5.161
I-Butano	2.620	3.146
N-Butano	2.688	3.317
I-Pentano	3.035	3.576
N-Pentano	2.304	2.750
Hexano	6.659	6.860
Heptano +	64.906	58.420

Calidad:

Parámetro	Valor
Contenido de Ácido Sulfhídrico (Método ASTM – D4084/88 ó ASTM – D4810/88 ó UOP – 791/80	4.0 ppm vol máximo
Temperatura, °C	45 Máximo
Material sólido, Líquidos, agua y aceite	Libre de agua; libre de polvos, gomas y cualquier sólido que puedan ocasionar problemas en los equipos de proceso
Color	5.0 Máximo

Ingeniería y Administración de Proyectos	BASES DE DISEÑO DE PLANTAS DE PROCESO	No. BD-A-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

Caracterización de los condensados pesados (mezcla de nafta ligera y nafta pesada), correspondiente a la fracción de etano y más pesados, reportada en la Tabla de composición anterior.

Propiedad	Diseño Promedio
Peso Específico a 20 / 4 °C	0.769
Color Visual (X), ASTM (), Saybolt ()	No indica
Peso Molecular	146
Factor de caracterización (K)	11

Porcentaje de destilación:

Temperatura inicial de ebullición, °C	48
El 10% destila a °C	85
El 20% destila a °C	98
El 30% destila a °C	109
El 40% destila a °C	120
El 50% destila a °C	135
El 60% destila a °C	155
El 70% destila a °C	184
El 80% destila a °C	228
El 90% destila a °C	296
Temperatura final de ebullición, °C	344

Fracciones de destilación:

Destilación	
Recuperado, % vol.liq.	96
Residuo; % vol. liq.	2
Pérdida; % vol. Liquido	2

6. Especificaciones y condiciones de operación de los productos en límite de batería.

6.1 Gas residual.

El gas seco se comprimirá y entregará al Troncal del sistema Nacional de Gas (TSNG), interconectándose con las instalaciones de la Estación de compresión 19, ubicadas en la parte norte de los terrenos donde se construirán las nuevas plantas, a las siguientes condiciones:

Ingeniería y Administración de Proyectos	BASES DE DISEÑO DE PLANTAS DE PROCESO	No. BD-A-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

Flujo, MMPCD	373.94 MMPCD (17,753 kg/h)
Presión kg/cm ² a	73.8 ¹
Temperatura, °C	45

Calidad

Componente	Composición (% mol)
CH ₄	91.92
C ₂ H ₆	6.94
C ₃ H ₈	0.03
CO ₂	0.94
N ₂	0.18

Propiedades	
Peso Molecular	17.31
Poder calorífico (LHV)	8,035.93 kcal/m ³
Presión	73.8 kg/cm ² a
Temperatura	51.6°C

6.2 Gas LP.

Flujo	11,291 BPD
Presión	13.7 kg/cm ² a ²
Temperatura	45°C

Calidad

Parámetro	Valor	Método
Contenido de C ₁ +C ₂	2.0 % vol liq. máximo	ASTM-D2163/91
Contenido de Propano	61.4 %(estimado)	ASTM-D2163/91
Contenido de Butano	36.1 %(estimado)	ASTM-D2163/91
Contenido de Pentanos	2.0 % vol máximo	ASTM-D2163/91
Corrosión al cobre	1B estándar máximo	ASTM-D1838/89
Gravedad Específica	0.495 a 0.570	ASTM-D2598/91
Presión de vapor	50 a 180 psig	ASTM-D2598/91
Destilación (95 % mín.)	2 °C	ASTM-D1837/92
Residuo	0.5 cm ³	ASTM-D2158/92
Azufre Total	140 ppm peso máximo	ASTM-D4045/95
Agua Libre	0 ml	Visual

¹ Presión en el punto de interconexión en la Estación 19.² Presión de entrega en el LB de las Plantas.

Ingeniería y Administración de Proyectos	BASES DE DISEÑO DE PLANTAS DE PROCESO	No. BD-A-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

6.3 Nafta ligera.

VII. Calidad	Flujo	5,042 BPD (std)	
	Presión	3.6 kg/cm ² a	
	Temperatura	45°C	
	Parámetro	Valor	Método
	Contenido de Butanos	2.0 % vol (máximo)	ASTM-D2163/91
	Presión de Vapor Reid	12.5 psig máximo	ASTM-D2598/91
	Color Saybolt	15 Saybolt mínimo	ASTM-D156/87
	Azufre total	140 ppm peso máximo	ASTM-D4045/95
	Corrosión	1B estándar máximo	ASTM-D130/88
	Destilación		
	Temperatura Inicial	30°C mínimo	ASTM-D86/90
	Temperatura Final	210°C máximo	ASTM-D86/90

6.4 Nafta pesada.

Flujo	2,522 BPD (std)
Presión	2.1 kg/cm ² a
Temperatura	45°C

Calidad

La calidad de la nafta pesada, será la resultante de manera que se cumplirá con la calidad especificada para el gas LP y la nafta ligera.

7. Especificaciones y condiciones de operación de corrientes intermedias.

7.1 Líquidos Criogénicos

De la sección Criogénica de las Planta, se obtendrá el gas residual y una corriente de líquidos que será alimentada a la sección fraccionadora y que deberá cumplir con la siguiente especificación (fondo de columna desetanizadora).

	Mínima	Normal	Máxima
Recuperación de propano, %	98	98	98
Etano en líquidos, (% vol)	0.81	1.10	1.10

Ingeniería y Administración de Proyectos	BASES DE DISEÑO DE PLANTAS DE PROCESO	No. BD-A-001
		REV. A
		Fecha: ENE- 2008

7.2 Condensado estabilizado (fondo de torre estabilizadora).

La relación molar de $(C_1+C_2)/(C_3+C_4)$ en la corriente de fondos de la columna estabilizadora no será mayor de 0.02.

7.3 Gas de despunte de estabilizadora de condensados.

El gas de despunte de la estabilizadora de condensados será tal que los fondos de la columna estabilizadora contendrá como máximo 0.02 moles de metano más etano por cada mol de propano + butano contenidos en los fondos de la misma columna.

7.4 Líquidos ligeros (condensado de domos de rectificadora)

Parámetro	Especificación	Método
Composición	$(C_1+C_2)/(C_3+C_4) \leq 0.02$	
Contenido de ácido Sulfhídrico	4.0 ppm vol (máximo)	ASTM – D4084/88 ó ASTM – D4810/88 ó UOP – 791/80
Temperatura	45°C (máxima)	
Material sólido, Líquidos, agua y aceite.	Libre de agua; libre de polvos, gomas y cualquier sólido que puedan ocasionar problemas en los equipos de proceso.	

8. Garantías del Proceso.

Las garantías de proceso para este contrato quedan definidas de la forma siguiente :

Recuperación de propano en la alimentación	98% min.
Etano en los fondos de la torre desetanizadora	1.1%vol max
Contenido de $C_5 +$ en el Gas LP	2.0 % vol max.
Contenido de C_1+C_2 en el gas LP	2.0 % vol máx.
Contenido de butanos en naftas ligeras	2.0%vol max.
Temp, final de ebullición en naftas ligeras	210°C m ax.
Relación molar (metano+etano/propano+butanos) en líquidos estabilizados	0.02 max.

Ingeniería y Administración de Proyectos	BASES DE DISEÑO DE PLANTAS DE PROCESO	No. BD-A-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

Capacidad de Procesamiento de Plantas No. 1 y No. 2 cada una	200 MMPCD
Capacidad de procesamiento de condensado no estabilizado	6,000 BPD (std)
Consumo de energía eléctrica total	4,690 kW max.
Consumo de gas combustible	7.8 MMPCD

Para el diseño y garantías de las plantas, deberán considerarse las premisas siguientes: Para el caso de las condiciones del flujo de entrada de gas húmedo dulce, se deberán considerar las condiciones listadas en las bases de diseño de PGPB como NORMALES, es decir 200 MMPCD, 50.2 kg/cm² a y 35°C.

Para el diseño de la sección de compresión de gas, se deberá considerar el caso de composición mínima del gas húmedo dulce de alimentación listado en dichas bases e indicado en la Sección II.1 párrafo A).

Para el diseño de la sección de separación de líquidos (desetanizadora y sección de fraccionamiento), se deberán considerar las condiciones máximas de composición, listado en las bases de diseño de PGPB y listado en la sección referida en el párrafo anterior.

Para los condensados no estabilizados, se deberá considerar las condiciones listadas como normales, es decir, 22.11 kg/cm²a y 35°C, excepto por el flujo que se deberá considerar de 6,000 BPD (std) y la composición listada como normal en las bases de diseño de PGPB y referidas en la Sección II.1 párrafo B).

La temperatura ambiente se deberá considerar como 33°C, a excepción de los soloaires que deberán ser diseñados a 38°C y el turbogenerador, el cual deberá ser diseñado a 45°C.

La presión de descarga de los turbocompresores de gas residual deberá ser en el punto de entrega de 73.8 kg/cm²a (1,050 psia) y 52 °C.

La capacidad normal y máxima será de 200 MMPCD (@ 20°C y 14.223 kg/cm²a), cada planta Criogénica.

9. Sistemas de seguridad y protección.

9.1 Sistema Instrumentado de Seguridad (SIS).

A fin de proteger y dar seguridad al personal, a las instalaciones y al medio ambiente. se suministrará un Sistema Instrumentado de Seguridad para efectuar de manera ordenada y

Ingeniería y Administración de Proyectos	BASES DE DISEÑO DE PLANTAS DE PROCESO	No. BD-A-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

controlada, paros de emergencia parciales o totales efectuando los avisos, alarmas e interacciones con el sistemas de control.

9.2 Sistema contraincendio.

Se suministrará un sistema contra incendio a base de hidrantes y monitores, así como sistemas de diluvio en las esferas de almacenamiento de productos, casa de bombas y llenaderas.

La acción de los sistemas de diluvio será a través del Sistema de Control Contra Incendio (SCI), que recibirá señales de los detectores de mezcla explosiva, humo o fuego instalados en campo, ejecutará la lógica de control para la apertura de las válvulas de diluvio, alarmas y arranque automático de bombas. Referirse a las Bases de Diseño del Sistema Contra Incendio BD-S-001.

9.3 Protección de personal.

Se instalarán estaciones de seguridad (regaderas y lavajojos) en la casa de bombas de productos y en las Plantas Criogénicas, cerca de las instalaciones para dosificación de metanol.

10. Sistema De Unidades y factores de conversión.

<u>SI</u>	<u>PARA CONVERTIR UNIDAD INGLESA</u>	<u>MULTIPLICAR POR (O POR FORMULA</u>	<u>PARA OBTENER UNIDAD METRICA</u>	<u>SIMBOLO CORRECTO</u>
Masa	libra (lb)	0.454	Kilogramo	kg
Peso molecular	libra (lb)/ lb-mol	1	gramo/gramo-mol	g/g-mol
Longitud	Pulgada (in)	25.4	Milímetro	mm
	Pie (ft)	0.3048	Metro	m
Nivel	Pulgada (in)	25.4	Milímetro	mm
Diámetro	Pulgada (in)	25.4	Milímetro	mm
Area	Pie cuadrado (ft ²)	0.0929	Metro cuadrado	m ²
Volumen	Galón (U.S.)	3.785	Litro	l
	Pie cúbico (ft ³)	0.02832	Metro cúbico	m ³
Temperatura	Grados Fahrenheit (°F)	(t-32)/1.8	Grados Celsius	°C
Temperatura Crítica	Grados Fahrenheit (°F)	(t-32)/1.8	Grados Celsius	°C
Velocidad	Pie/segundo (ft/s)	0.3048	Metro/segundo	m/s
	Millas/hora (mi/h)	1.609	Kilómetro/hora	km./h

Ingeniería y Administración de Proyectos	BASES DE DISEÑO DE PLANTAS DE PROCESO	No. BD-A-001
		REV. A
		Fecha: ENE- 2008

<u>SI</u>	<u>PARA CONVERTIR UNIDAD INGLESA</u>	<u>MULTIPLICAR POR (O POR FORMULA</u>	<u>PARA OBTENER UNIDAD METRICA</u>	<u>SIMBOLO CORRECTO</u>
Flujo				
(a) Gas	ft ³ /día (PCD) ³	0.02832	Metro cúbico /día	CMD ¹
(b) Líquido	galón (U.S.)/minuto (gpm)	0.2271	Metro cúbico/hora	m ³ /h
(b) Líquido	Barriles / día (BPD) ⁴	6.6245 x 10 ⁻³	Metro cúbico/hora	m ³ /h
Flujo de vapor	libra (lb) / hora	0.454	Kilogramo / hora	kg/h
Calor / Energía	Btu	0.252	Kilocaloría	kcal
Fuerza	Lb	4.448	Newton	N
Contenido de calor	Btu/lb	0.555	Kilocaloría/kilogramo	kcal/kg
Flujo de calor	MM Btu/h	0.252	10 ⁶ kilocaloría/hora	10 ⁶ kcal/h
Conductividad térmica	Btu·h·ft·°F	1.488	Kilocaloría/hora·metro·° C	kcal/h·m·°C
Capacidad de calor	Btu/lb·°F	1.0	Kilocaloría/kilogramo·° C	kcal/kg·°C
Resistencia de acercamiento	ft ² ·h·°F/Btu	0.2048	Metro cuadrado hora ·°C/ kilocaloría	m ² ·h·°C/kcal
Coefficiente transferencia de calor	Btu/h·ft ² ·°F	4.883	Kilocaloría/h·metro cuadrado ·°C	kcal/h·m ² ·°C
Densidad	lb/ft ³	16.02	Kilogramo/metro cúbico	kg/m ³
Viscosidad Dinámica	Centipoise	1.0	Centipoise	cP
Viscosidad cinemática	Centistoke	1.000 x 10 ⁻⁶	Metro cuadrado/segundo	m ² /s
Presión	Libras /pulgada cuadrada (psig)	0.07031	Kilogramo/centímetro cuadrado	kg/cm ²
Presión de Vacío			milímetros de Mercurio	mm Hg
Presión Crítica	Libras /pulgada cuadrada (psia)	0.07031	Kilogramo/centímetro cuadrado absoluto	kg/cm ² a
Presión de Vapor	Libras /pulgada cuadrada (psia)	0.07031	Kilogramo/centímetro cuadrado absoluto	kg/cm ² a
Presión Diferencial	Libras /pulgada cuadrada (psi)	0.07031	Kilogramo/centímetro cuadrado .	kg/cm ² m
Presión Diferencial - Orificio	Pulgadas de agua (in. wc.)	25.4	Milímetros de Agua	mm H ₂ O
Energía	Caballos de fuerza (HP)	0.7457	Kilowatt	kW
Nivel de ruido			Decibeles	dB(A)

³ “Condiciones de Pemex” para este proyecto se definen como 20°C (68°F) y 1.0 kg/cm² (14.2 psia); (1 lb-mol de gas = 398.79 SCF).

⁴ “Los barriles se basan en las Condiciones de Pemex.

Ingeniería y Administración de Proyectos	BASES DE DISEÑO DE PLANTAS DE PROCESO	No. BD-A-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

Unidades a mostrar en el DCS	
Flujo de:	
Gas Combustible	MMPCD @ (20°C y 1 kg/cm ² a)
Gas de Carga a la planta Criogénica	MMPCD @ (20°C y 1 kg/cm ² a)
Gas Residual de Salida	MMPCD @ (20°C y 1 kg/cm ² a)
Gas de despunte en estabilización	MMPCD @ (20°C y 1 kg/cm ² a)
Gas de regeneración	MMPCD @ (20°C y 1 kg/cm ² a)
Gas de proceso intermedios	MMPCD @ (20°C y 1 kg/cm ² a) y kg/hr
Salida de Nafta Ligera	BPD std
Salida de Nafta Pesada	BPD std
Salida de Gas LP	BPD std
Entrada de Condensados a estabilización	BPD std
Salida de líquidos de planta criogénica	BPD std
Salida de líquidos de torre rectificadora	BPD std
Salida de líquidos de estabilizadora	BPD std
Reflujos de torres	BPD std
Otros	
Vibración de máquinas y flechas	Mm / sec
Velocidad de máquinas	Rpm
Filtros y mallas (caidas de presión pequeñas)	Mm de H ₂ O
Flujos pequeños	L/h
Caida de presión en deshidratadores (caidas grandes)	kg/cm ²

II. Programa

- Programa de Diseño
- Estimado de HH (Horas Hombre)
- Necesidades de personal

UNAM
 Facultad de Química
 Proyecto: Criogénicas Modulares

Noviembre
 11, 2008
 Rev. A

**Estimado de HH Gerencia de Proceso
 Seguridad**

No. Actividad	Descripción	Básica	Detalle
HD-A-031	HD Bomba de agua contra incendio	10	5
HD-A-032	HD Bomba jockey de agua contra incendio	5	5
HD-A-033	HD Bomba de trasiego de agua contra incendio	5	5
S-05-200	DFP Sistema Contra incendio	30	10
S-05-500	DTI Cobertizo de bombas de agua contra incendio	30	10
S-05-501 (1/2)	DTI Detalles red general de agua contra incendio		40
S-05-501 (1/2)	DTI Detalles red general de agua contra incendio		40
S-05-502	DTI Red general Sistema Contra Incendio	25	40
S-05-503	Diagrama de interconexión del Sistema Contra incendio		40
S-05-300	DTI Sistema de Aspersión Llenaderas de LPG y casa de bombas		40
S-05-301	DTI Sistema de Aspersión Recipientes esféricos TE-100/101		40
S-05-302	DTI Sistema de Aspersión Recipientes esféricos TE-200/201		40
S-05-303	Diagrama de localización de detectores		40
S-05-304	Diagrama de localización de detectores. Humo y extintores en edificios		40
S-05-305	DTI Sistema de aspersión y espuma contra incendio TV-500		40
ESP-S-001	Especificación FM-200	51	60
ESP-S-002	Especificación Sistema de detección y alarma	20	40
ESP-S-003	Especificación de cámaras de espuma y materiales	25	20
BD-S-001	Bases y criterios de diseño	30	55
MC-S-001	Memoria de cálculo Red contra incendio		65
ADM-015	Apoyo a construcción		225
ADM-016	As built	45	45
ADM-017	Supervisión y Administración		114
		276	1,059
	TOTAL		1,335

III. Bases de Diseño del Sistema Contra Incendio

Ingeniería y Administración de Proyectos	BASES DE DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO	No. BD-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

INDICE

1. SISTEMAS DE ASPERSIÓN DE AGUA CONTRA INCENDIO PARA ESFERAS DE ALMACENAMIENTO.....	126
1.1 ANILLO DE ASPERSIÓN HEMISFERIO SUPERIOR.....	126
1.2 ANILLOS DE ASPERSIÓN HEMISFERIO INFERIOR.....	126
1.3 PROTECCIÓN A LOS MIEMBROS ESTRUCTURALES.....	127
1.4 CABEZALES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA CONTRA INCENDIO PARA EL SISTEMA DE ASPERSIÓN.....	128
2. SISTEMAS DE ASPERSIÓN DE AGUA CONTRA INCENDIO TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE NAFTAS PESADAS.....	128
2.1 ANILLOS DE ASPERSIÓN.....	128
2.2 CABEZALES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA CONTRA INCENDIO PARA EL SISTEMA DE ASPERSIÓN.....	129
3. SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO A BASE DE ESPUMA.....	129
4. SISTEMA DE ASPERSIÓN DE AGUA CONTRA INCENDIO PARA LLENADERAS DE GAS L.P. Y GASOLINA NATURAL.....	130
5. SISTEMA DE ASPERSIÓN DE AGUA CONTRA INCENDIO PARA CASA DE BOMBAS DE PRODUCTOS.....	132
6. RED DE AGUA CONTRA INCENDIO, HIDRANTES Y MONITORES.....	132
6.1 RED DE AGUA CONTRA INCENDIO.....	132
6.2 HIDRANTE.....	134
6.3 MONITOR-HIDRANTE.....	134
7. SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA CONTRA INCENDIO.....	136
7.1 BOMBAS PRINCIPALES.....	136
7.2 BOMBAS DE RELEVO.....	137
7.3 BOMBA JOCKEY.....	138

Ingeniería y Administración de Proyectos	BASES DE DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO	No. BD-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

7.4 BOMBA DE TRASIEGO DE AGUA.....	138
8. SUMINISTRO Y ALMACENAMIENTO DE AGUA CONTRA INCENDIO.....	139
8.1 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA CONTRA INCENDIO (TV-300).....	139
9. PROTECCIÓN PARA LAS PLANTAS CRIOGÉNICAS (AGUA CONTRA INCENDIO). VÉASE TAMBIÉN 12.4.....	139
10. EXTINCIÓN DE FUEGO CON EQUIPO MÓVIL (EXTINTORES).....	140
11. EQUIPO DE DETECCIÓN DE FUEGO Y MEZCLAS INFLAMABLES.....	142
11.1. INSTALACIÓN DEL EQUIPO DE DETECCIÓN.....	142
11.2 REQUERIMIENTOS.....	143
12. ANEXO.....	143
12.1. CÓDIGOS Y ESTÁNDARES DE REFERENCIA.....	143
12.2. FLUJOS MAYORES DE AGUA CONTRA INCENDIO ESPERADOS (RIESGO MAYOR).....	144
12.3. SISTEMAS DE ASPERSIÓN DE AGUA CONTRA INCENDIO PARA LOS RECIPIENTES DE "HOT-OIL" 1FA-4001 Y 2FA-4001.....	145
12.4. CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO.....	146
12.5. DETALLES GENERALES DEL SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALARMA.....	150
12.6. DETALLES GENERALES DE LOS SISTEMAS DE FM-200.....	153

Ingeniería y Administración de Proyectos	BASES DE DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO	No. BD-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

El Sistema de Contra Incendio deberá ser diseñado de acuerdo con las especificaciones.

1. Sistemas de aspersión de agua contra incendio para esferas de almacenamiento.

El sistema de Aspersión para las esferas de almacenamiento de Naftas Ligeras (TE-200 y TE-201) y de gas L.P. (TE-100 y TE-101), que tienen una capacidad de 10,000 bls y 20,000 bls respectivamente, debe estar constituido por tres anillos de aspersión para cubrir el hemisferio superior de la esfera, tres anillos de aspersión para el hemisferio inferior y boquillas adicionales para la protección de la unión de los soportes de la esfera con el cuerpo de la misma (2 por cada unión).

El arreglo anteriormente descrito debe aplicarse a cada una de las esferas, y deberá diseñarse con los criterios descritos a continuación.

1.1 Anillo de aspersión hemisferio superior.

El Hemisferio Superior de los recipientes esféricos, debe ser protegido por tres anillos de aspersión que aseguren el mojado del 100% del hemisferio superior, con una densidad de aplicación de 0.25 gpm/pie². Dichos anillos deberán ser colocados sobre el ecuador de los esféricos, y deberán substituir al cono deflector que se muestra en la norma DG-GPASI-SI-3600 .

1.2 Anillos de aspersión hemisferio inferior.

El hemisferio inferior de la esfera debe ser protegido por tres anillos de aspersión, la suma de los flujos de cada uno de los anillos, debe ser tal que proteja la mitad inferior de la superficie de la esfera con una densidad de aplicación de 0.25 gpm/pie².

Los tres anillos deben ser alimentados por un solo cabezal.

Los anillos deberán estar a una distancia de 0.8m (2.625 pies) de la superficie de la esfera.

La cantidad y la distribución de los anillos y de las boquillas de aspersión en los mismos, deberá estar de acuerdo a lo indicado en los Diagramas S-05-301 y S-05-302.

En los anillos de aspersión (indicados en 1.1. y 1.2) deberán ubicarse, las boquillas de aspersión con las siguientes características:

Ingeniería y Administración de Proyectos	BASES DE DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO	No. BD-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

Tipo de aspersión	Cono Lleno ("Full jet")
Modelo	1HH11W
Fabricante	Spraying System Co. o Similar
Consumo de Agua	32 GPM (cada una)
Conexión	Tipo macho, de 1 pulg.
Angulo de apertura	117° a 80 psig de presión mínima a la entrada de la boquilla.
Material	Bronce
Diámetro del orificio	³³ / ₆₄ pulgadas

La distribución de las boquillas de aspersión debe ser de modo tal que los extremos de los conos de aspersión, sobre la superficie de la esfera, se traslapen 15% como mínimo.

Para obtener la cobertura de la boquilla, deberá calcularse el ángulo de cobertura de la boquilla de aspersión, sobre la superficie de la esfera, aplicando la ley de senos para triángulos.

La presión mínima a la entrada de la boquilla deberá ser de 80 psig.

La ubicación de los anillos deberá estar de acuerdo a los Diagramas S-05-301 y S-05-302.

1.3 Protección a los miembros estructurales.

Se deberán colocar 2 boquillas aspersoras, para protección de la unión de los elementos estructurales que sustentan la esfera (dos boquillas para cada soporte), con el cuerpo de la esfera.

Las boquillas aspersoras deben tener las siguientes características:

Tipo de aspersión	Cono Lleno ("Full jet")
Modelo	1HH-4.2
Fabricante	Spraying System Co. o Similar
Consumo de Agua	13.1 GPM (cada una)
Conexión	Tipo macho, de 1 pulg.
Angulo de apertura	46° a 80 psig de presión mínima a la entrada de la boquilla.
Material	Bronce
Diámetro del orificio	¹⁵ / ₆₄ pulgadas

Las boquillas aspersoras deben estar alimentadas con tuberías individuales conectadas al anillo de aspersión No. 1 (ubicado a la altura del hemisferio de la esfera), en la parte superior (lomo) del anillo, para evitar su taponamiento.

Ingeniería y Administración de Proyectos	BASES DE DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO	No. BD-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

1.4 Cabezales de distribución de agua contra incendio para el sistema de aspersion.

El Sistema de Aspersión para cada esfera, deberá tener dos cabezales independientes de distribución de agua contra incendio, uno para los anillos del hemisferio superior y otro para los anillos del hemisferio inferior.

Los cabezales de distribución de agua contra incendio deberán estar alimentados de dos cabezales diferentes de la red general de agua contra incendio.

Cada cabezal de distribución deberá contar con dos válvulas una manual y otra automática, localizadas a no más de 15 metros de distancia de la esfera y fuera del dique.

Las válvulas mencionadas en el punto anterior, deberán contar con filtro tipo "Y", que no deben permitir el paso de partículas con un diámetro mayor a 5 mm

Deberá instalarse una purga en la parte más baja de los cabezales de distribución, que permita el drenado total de todo el sistema.

2. Sistemas de aspersion de agua contra incendio tanque de almacenamiento de naftas pesadas.

El sistema de Aspersión para el tanque de almacenamiento atmosférico de Naftas Pesadas (TV-500), que tiene una capacidad de 5000 bls, debe estar constituido por dos anillos de aspersion en la parte superior de la envolvente del recipiente.

2.1 Anillos de aspersion.

La envolvente del recipiente debe ser protegido por dos anillos de aspersion, la suma de los flujos de cada uno de los anillos, debe ser tal que proteja la envolvente del recipiente con una densidad de aplicación de 0.10 gpm/pie².

Los dos anillos deben ser alimentados por un solo cabezal.

Los anillos deberán estar a una distancia de 0.28 m (0.92 pies) de la superficie de la envolvente.

La cantidad y la distribución de las boquillas de aspersion en los anillos de deberá estar de acuerdo a lo indicado en el Diagrama S-05-305.

En el anillo de aspersion deberán ubicarse, las boquillas de aspersion con las siguientes características:

Ingeniería y Administración de Proyectos	BASES DE DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO	No. BD-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

Tipo de aspersión	Chorro Plano.
Modelo	½ K – 60
Fabricante	Spraying System Co. o Similar
Consumo de Agua	14.7 GPM (cada una)
Conexión	½" NPTM.
Angulo de apertura	142° a 60 psig de presión a la entrada de la boquilla.
Material	Bronce
Diámetro del orificio	0.256 pulgadas

La distribución de las boquillas de aspersión debe ser de modo tal que los extremos de los conos de aspersión, sobre la superficie del tanque, se traslapen 15% como mínimo.

Para obtener la cobertura de la boquilla, deberá calcularse el ángulo de cobertura de la boquilla de aspersión, sobre la superficie de la envolvente, aplicando la ley de senos para triángulos.

La presión mínima a la entrada de la boquilla deberá ser de 60 psig.

La ubicación de los anillos deberá estar de acuerdo al Diagrama S-05-305.

2.2 Cabezales de distribución de agua contra incendio para el sistema de aspersión.

El Sistema de Aspersión para el recipiente, deberá tener cabezal independiente de distribución de agua contra incendio para los anillos de aspersión.

Los cabezales de distribución de agua contra incendio deberán estar alimentados de dos cabezales diferentes de la red general de agua contra incendio.

Cada cabezal de distribución deberá contar con dos válvulas una manual y otra automática, localizadas a no más de 15 metros de distancia de la esfera y fuera del dique.

Las válvulas mencionadas en el punto anterior, deberán contar con filtro tipo "Y", que no deben permitir el paso de partículas con un diámetro mayor a 5 mm

Deberá instalarse una purga en la parte más baja de los cabezales de distribución, que permita el drenado total de todo el sistema.

3. Sistema de protección contra incendio a base de espuma.

El Tanque de Nafta Pesada debe incluir para la extinción de incendios un sistema de aplicación de espuma por inyección a base de cámaras mezcladoras convencionales con una relación de aplicación de solución espumante de 4.1 l/min m² y el mismo para inyección superficial, y un segundo sistema para aplicación subsuperficial.

Ingeniería y Administración de Proyectos	BASES DE DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO	No. BD-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

Se usará líquido espumante tipo “alcohol” o universal, con cámaras mezcladoras de espuma NFPA tipo II, con tobogán fijo a la pared interna del tanque.

La relación de aplicación de líquido espumante para cámaras mezcladoras tipo NFPA – II será para este tanque de 4.1 l/min m² y deberá contar con una conexión hembra giratoria de 2 ½” de Ø al cabezal de solución.

El número de cámaras mezcladoras será de 1.0 por ramal de alimentación de agua.

Cada sistema de inyección (superficial y subsuperficial), deberá contar con dos ramales de alimentación de agua; ver detalles 1 y 2 diagrama S-05-305).

Se debe usar una línea independiente de solución para cada cámara.

Solamente se usarán cámaras mezcladoras de fabricantes que proporcionen tablas o gráficas de comportamiento a diferentes presiones y gastos. El tipo de cámaras para la protección de este riesgo será NFPA tipo II. El modelo y su placa de orificio se seleccionará con una presión mínima disponible de 2.8 Kg/cm² a la entrada de la cámara, y el gasto requerido.

La tubería de solución espumante a las cámaras se seleccionará de tal modo que la velocidad de la solución quede comprendida entre 1.83 y 3.05 m/seg y además se disponga de una presión mínima de 2.8 Kg/cm² a la entrada de la cámara.

Cuando la alimentación de solución líquida espumante a las cámaras mezcladoras, o a los formadores de alta contrapresión se vaya a efectuar a través de mangueras, el extremo libre deberá contarse con cabezal de conexiones hembras giratorias de 2.5 pulgadas de diámetro con rosca contra incendio de 7 ½ hilos por pulgada.

4. Sistema de aspersion de agua contra incendio para llenaderas de gas L.P. y gasolina natural.

El sistema de Aspersión para las llenaderas de gas L.P. y gasolina natural deberá diseñarse para las tres islas en funcionamiento, todas con una llenadera de dos posiciones.

La densidad de aplicación del agua para cada autotanque, deberá ser de 0.20 a 0.25 gpm/pie².

La distribución del agua contra incendio debe hacerse por medio de cabezales colocados en la parte superior del autotanque, de manera que la aplicación del agua para la mitad superior del recipiente sea mediante los conos de aspersion, y para la parte inferior el proceso de humidificación se lleve a cabo por escurrimiento.

Ingeniería y Administración de Proyectos	BASES DE DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO	No. BD-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

Las características de las boquillas de aspersión que deben utilizarse para el sistema de aspersión de los autotanques son las siguientes:

Tipo de aspersión	Cono Lleno ("Full jet")
Modelo	1HH-10
Fabricante	Spraying System Co. o Similar
Consumo de Agua	31 GPM (cada una)
Conexión	Tipo macho, de 1 pulg.
Angulo	94° a 80 psig de presión mínima a la entrada de la boquilla.
Material	Bronce
Diámetro del orificio	$\frac{15}{32}$ pulgada

Las boquillas deberán estar distanciadas entre sí de manera que los extremos de los conos de aspersión se traslapen 15% mínimo, sobre la superficie del autotanque.

En el diseño, deberá considerarse la protección del cuerpo del autotanque.

En el diseño, se deberá considerar la protección del costado del autotanque mediante una línea de boquillas colocadas en la parte inferior de las islas y orientadas al costado del autotanque.

La presión mínima a la entrada de la boquilla de aspersión debe ser 80 psig.

La distancia entre las boquillas de aspersión y la superficie del autotanque deberá ser de 1.98 m.

Deberá considerarse que los autotanques son recipientes a presión horizontales, con las siguientes características:

Diámetro:	2.34 m
Longitud tan-tan:	9.15 m
Longitud total:	11.49 m
Capacidad:	45420 litros

En un punto de alimentación se deberá contar con una válvula manual, y en el otro una válvula automática, localizadas inmediatamente después del injerto con el cabezal de la red general de agua contra incendio. Cada válvula deberá contar con filtros tipo "Y" que no permitan el paso a partículas con un diámetro mayor a 6 mm.

Los cabezales de distribución de agua contra incendio deberán estar alimentados de dos cabezales diferentes de la red general de agua contra incendio.

Ingeniería y Administración de Proyectos	BASES DE DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO	No. BD-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

5. Sistema de aspersión de agua contra incendio para casa de bombas de productos.

Deberán considerarse dos boquillas de aspersión para cada bomba.

Las boquillas de aspersión deberán ubicarse a cada lado de la bomba, y que el flujo salga de las boquillas en dirección a las bridas de succión y descarga de la bomba, además de proteger el sello mecánico de la bomba.

Las boquillas de aspersión deberán tener las siguientes características:

Tipo de aspersión	Cono Lleno ("Full jet")
Modelo	1HH-4.2
Fabricante	Spraying System Co. o Similar
Consumo de Agua	13.1 GPM (cada una)
Conexión	Tipo macho, de 1 pulg.
Angulo	46° a 80 psi de presión mínima a la entrada de la boquilla.
Material	Bronce
Diámetro del orificio	$\frac{15}{64}$ pulgada

Los cabezales de distribución de agua contra incendio deberán estar alimentados de dos cabezales diferentes de la red general de agua contra incendio.

En un punto de alimentación se deberá contar con una válvula manual, y en el otro una válvula automática, y localizadas inmediatamente después del injerto con el cabezal de la red general de agua contra incendio. Cada válvula deberá contar con filtros tipo "Y" que no permitan el paso a partículas con un diámetro mayor a 3 mm.

6. Red de agua contra incendio, hidrantes y monitores.

Todos los materiales empleados en la red de tuberías contra incendio para conducir agua dulce, deberán cumplir con la especificación T9B de la ESP-K-0101.

6.1 Red de agua contra incendio.

La tubería de agua contra incendio debe instalarse enterrada y deberá ser protegida contra corrosión, de acuerdo a lo establecido en la especificación ESP-K-4915 "Coating And Wrapping Of Underground Steel Pipe". En el caso que así se requiera deberá protegerse con un sistema de protección catódica. Las partes externas o aéreas deberán protegerse con pintura anticorrosiva en apego a lo establecido en la especificación ESP-K-4910 "Painting".

Ingeniería y Administración de Proyectos	BASES DE DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO	No. BD-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

Las tuberías de agua contra incendio que manejen agua dulce se dimensionarán para manejar una velocidad máxima de 12 pies/seg.

El diámetro mínimo de la tubería principal de la red de agua contra incendio es de 6”.

No se permite el uso de válvulas de globo en ningún lugar de la red de agua contra incendio. Todas las válvulas que se empleen deberán cumplir con lo establecido en la ESP-K-0101 (T9B).

La red contra incendio deberá contar con válvulas de seccionamiento suficientes, localizadas estratégicamente para aislar partes del sistema. Todas estas válvulas deben ser de compuerta y de vástago ascendente. La localización de válvulas de seccionamiento será de tal forma que permita aislar las secciones de la red con el menor impacto en el sistema, por lo que deberá estar dividido en pequeños anillos con doble alimentación y válvulas de seccionamiento en cada ramal.

Cada cabezal o ramal de la red contra incendio deberá recibir simultáneamente alimentación de agua de dos puntos.

Para protección del personal de combate, cuando se trate de esferas, se deberán considerar al menos 1000 gpm independientemente de lo indicado en los puntos 1.1 a 1.4.

El diámetro mínimo de las tuberías de contra incendio es de 6 pulgadas y el número máximo de hidrantes y monitores por anillo será de 12 en caso de esferas de 15000 barriles o mayores y de 6 para esferas de menor capacidad .

Todas las líneas (tuberías) de agua contra incendio que se encuentren por encima del nivel de piso terminado (NPT) deberán ser líneas secas (por ejemplo anillos de aspersores de agua contra incendio en recipientes de almacenamiento), lo anterior a fin de evitar daños por congelación del agua en las tuberías.

En el caso de hidrantes, monitores y monitores-hidrantes, estos deberán de ser de tipo húmedo y acondicionados a fin de evitar daños por congelación del agua en su interior.

La presión mínima en el punto más lejano de la red de agua contra incendio, será de 7 Kg/cm² (100 lb/pulg²).

El sistema de protección contra incendio estará diseñado de acuerdo con la última edición de los códigos y normas mencionados en el anexo 12.1, los cuales serán utilizados para el desarrollo de la Ingeniería de detalle de los sistemas, de acuerdo a las secciones que sean indicadas o apliquen.

Ingeniería y Administración de Proyectos	BASES DE DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO	No. BD-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

La especificación es la referencia a utilizar para el diseño y construcción del Sistema C.I. con las siguientes excepciones.
(Puntos que no aplican):

- 7.1 No se requieren de más de 4 horas de almacenamiento.
- 9.1.13 No aplica.
- 9.2.1 No aplica.
- 9.2.3 No aplica.
- 9.2.4 No aplica.
- 11.3 No aplica (los diámetros de los disparos de hidrantes y monitores así como las válvulas de los hidrantes deben cumplir con la especificación ESP-K-0101; sólo aplican los conceptos no considerados en la ESP-K-0101 para este punto.

Todos los criterios y recomendaciones establecidos en estas bases, así como aquellos establecidos en la especificación ESP-K-0101 (T9B), tienen prioridad de aplicación.

6.2 Hidrante.

La distancia entre los hidrantes en áreas de proceso, como las Plantas Criogénicas, casa de bombas de productos y llenaderas, será máximo de 30 m; en el resto de las áreas la distancia entre hidrantes deberá ser igual o menor a 50 m.

Los hidrantes deberán conectarse a la red mediante una tubería de 6" de diámetro mínimo y manejar un flujo de 500 GPM en dos tomas de 250 GPM de 2 ½" de diámetro cada una.

La tubería de alimentación a los hidrantes deberá contar con protección mecánica de acuerdo a lo establecido en la especificación ESP-K-4915 "Coating And Wrapping Of Underground Steel Pipe".

Los hidrantes deben tener dos tomas para manguera de 2½" de diámetro cada una.

Las válvulas deben ser tipo macho de 2½" de diámetro, de paso completo con extremos roscados (uno macho NSHT y otro hembra NPT), con conexión para manguera y tapón con cadena.

Los hidrantes deberán de ser de tipo húmedo (ver detalle 1 en diagrama S-05-501).

6.3 Monitor-Hidrante

La distancia entre los monitores-hidrantes en áreas de proceso, como las Plantas Criogénicas, casa de bombas de productos y llenaderas, será de no más de 50 m.

Los monitores-hidrantes deberán conectarse a la red mediante una tubería de 8" de diámetro mínimo.

Ingeniería y Administración de Proyectos	BASES DE DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO	No. BD-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

El alcance mínimo del chorro de agua del monitor, debe ser de 30 m. a una presión de 100 lb/pulg².

Los monitores deben ser del tipo corazón para instalación fija con maneral marca Elkhart o similar, de bronce con las siguientes características de acuerdo al flujo manejado:

Flujo	500 GPM	1000 GPM
Entrada	4"	4"
Salida	2½"	2½"
Válvula de bloqueo al monitor	Bola 4", bridada de 150# R.F. de A-216 Gr.WCB, con esfera de acero inoxidable ASTM A-276-316 o A-351-CF8M	Bola 4", bridada de 150# R.F. de A-216 Gr.WCB, con esfera de acero inoxidable ASTM A-276-316 o A-351-CF8M
Válvula de toma para camión	Bola 4", de acero al carbón bridada con adaptador de bronce roscado y tapón cachucha con cadena	Bola 4", de acero al carbón bridada con adaptador de bronce roscado y tapón cachucha con cadena

Los monitores deben ser de boquilla de niebla graduable y chorro, de 2.5 pulgadas, y deberán girar 120° en plano vertical y 180° en plan o horizontal.

Los diferentes tipos de monitores-hidrantes que se deberán instalar en el sistema contra incendio deberán tener las siguientes características:

Monitor-Hidrante de 500 GPM.- Incluye monitor con boquilla de 500 GPM y dos tomas para manguera de 2½" de diámetro cada una.

Monitor-Hidrante de 500 GPM con toma para camión.- Incluye monitor con boquilla de 500 GPM y dos tomas de 250 GPM para manguera de 2 ½ " de diámetro, cada una con toma para camión de 6" de diámetro.

Monitor-Hidrante de 1000 GPM.- Incluye monitor con boquilla de 1000 GPM con operación en plataforma y dos tomas de 250 GPM para manguera de 2 ½" de diámetro cada una.

Monitor-Hidrante de 1000 GPM con toma para camión.- Incluye monitor con boquilla de 1000 GPM con operación en plataforma y dos tomas de 250 GPM para manguera de 2½" de diámetro cada una así como toma para camión de 6" de diámetro.

Monitor automático.- Monitor con boquilla de 500 GPM, accionado hidráulicamente.

Los monitores-hidrantes deberán de ser de tipo húmedo (ver detalles 2, 3, 4, 5 y 6 en diagrama S-05-501).

Ingeniería y Administración de Proyectos	BASES DE DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO	No. BD-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

En caso de requerirse una ampliación al área protegida por los monitores, estos se colocarán sobre plataformas elevadas protegidas con barandales y provistos de una escalera de acceso instalada del lado que se considere menos expuesto a las radiaciones de un posible incendio, por lo que debe considerarse la dirección del viento.

7. Sistema de bombeo de agua contra incendio.

El sistema de bombeo de agua contra incendio deberá cumplir con lo establecido en NFPA-20 y NFPA-25, deberá contar con el certificado de aprobación UL.

Los gabinetes de arrancadores que se instalarán al pie del conjunto motor-bomba, deberán ser NEMA 4 y deberán ser diseñados y suministrados de manera tal que aseguren el certificado de aprobación UL que se requiere para todo el Sistema.

El sistema esta constituido por 3 bombas principales de 2,000 GPM accionadas por motor eléctrico, una bomba de relevo de 2,000 GPM accionada por motor de combustión interna, una bomba jockey 250 GPM accionada por motor eléctrico y una bomba de trasiego de agua de 350 GPM accionada por motor eléctrico, cuyos criterios de diseño se describen a continuación:

7.1 Bombas principales.

Las bombas principales deberán ser tres, accionadas con motor eléctrico, de 2,000 GPM de capacidad, salvo que se determine un requerimiento mayor de acuerdo al calculo de riesgo.

Las bombas para alimentar la red de agua contra incendio deberán ser del tipo centrífugas horizontales diseñadas y especificadas de acuerdo la ESP-A-1240 y al NFPA-20 última edición.

La capacidad y la presión de descarga están establecidas en base a los requerimientos que el análisis de riesgos determinó (ver anexo 12.2.).

La capacidad de las bombas, deberá de ser tal que permita mantener los gastos necesarios para combatir el incendio de riesgo mayor (ver anexos 12.2).

Cuando se trate de esferas, esta capacidad está en función del gasto máximo requerido para enfriamiento, más una cantidad requerida para enfriar los recipientes adyacentes, situados alrededor del tanque que se analiza a una distancia de 2.5 veces su radio a partir de su pared, en el caso de ser los equipos adyacentes esferas, se abrirá el sistema de aspersion de los casquetes superiores (los que manejan la mitad del volumen total requerido para enfriar la esfera), más 1000 gpm para protección del personal de combate.

Ingeniería y Administración de Proyectos	BASES DE DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO	No. BD-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

La curva característica de comportamiento de las bombas de agua contra incendio, debe ser de altura piezométrica plana de manera que a gasto nulo (válvula de descarga cerrada), la presión de descarga no exceda del 140% de la presión de descarga nominal, así como para un gasto de 150% la presión de descarga no sea menor del 65% de la presión de descarga nominal.

La succión de las bombas contra incendio deberá conectarse directamente al tanque de almacenamiento de agua contra incendio.

No deberá instalarse, en la línea de succión de la bomba, ningún dispositivo que pueda limitar el arranque, paro o descarga de la bomba o su motor.

La instalación de las bombas de agua contra incendio, deberá contar con un cabezal de pruebas fijo, cuyo diámetro coincida con el de la tubería de descarga de la bomba y se deberá instalar entre la válvula check y la válvula de compuerta de la tubería de descarga.

No está permitido el uso de válvulas de mariposa en tuberías de succión.

El suministro de energía eléctrica a las bombas de agua contra incendio, deberá tomarse de un circuito eléctrico independiente de los demás servicios del centro de trabajo.

Las bombas de agua contra incendio principales deberán estar accionadas por motores eléctricos, los cuales deben ser trifásicos, de corriente alterna y de inducción tipo jaula de ardilla.

7.2 Bombas de relevo.

La bomba de relevo deberá ser una, con capacidad igual a la bomba principal.

La bomba de relevo deberá tener las mismas características que las bombas principales, por ello se deben aplicar los mismos requerimientos y criterios de diseño mencionados en el punto 7.1, excepto que la bomba de relevo deberá estar accionada con un motor de combustión interna el cual deberá cumplir con los siguientes criterios de diseño:

El motor de combustión interna debe tener una potencia de por lo menos 20% mayor de la potencia máxima requerida por la bomba.

El tipo de combustible empleado por el motor de combustión interna deberá ser diesel estándar.

La potencia de los motores diesel, deberá estar determinada de acuerdo con las normas SAE.

Cada motor de combustión interna deberá tener su tanque individual de combustible, el cual debe tener un indicador de nivel y será de una capacidad tal que garantice el

Ingeniería y Administración de Proyectos	BASES DE DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO	No. BD-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

funcionamiento del motor sin interrupción durante 8 horas mínimo, trabajando a la máxima capacidad.

El motor de combustión interna deberá contar con un sistema de enfriamiento del aceite, por medio de un cambiador de calor y como medio de enfriamiento considerar el agua.

El motor de combustión interna deberá incluir un banco doble de baterías.

El motor de combustión interna también deberá contar con un dispositivo para el precalentamiento del motor, con agua caliente, con el fin de que el motor este caliente cuando arranque, en ese momento la circulación del agua caliente deberá suspenderse.

Cada motor de combustión interna deberá incluir su propio escape de gases hacia el exterior del cobertizo de bombas contra incendio, que incluya un silenciador con mata chispa.

Se deberá incluir un sistema de alarmas, que indicarán por lo menos los siguientes puntos:

Baja presión en el aceite
Alta temperatura en el aceite
Bajo nivel en el aceite
Alta temperatura en el agua de enfriamiento
Sobre velocidad (para motores mayores a 200 HP)

7.3 Bomba Jockey

La bomba de presurización ("Jockey") debe permitir mantener la presión en la red de contra incendio, por lo tanto deberá tener la misma presión de descarga que las bombas principales.

El flujo que debe manejar esta bomba es de 250 GPM que es aproximadamente el 10% de la bomba principal.

La bomba Jockey deberá estar accionada por motor eléctrico.

7.4 Bomba de trasiego de agua

La bomba de trasiego de agua contra incendio, deberá succionar el agua de la cisterna (TC-400 C) y enviarla a los tanques de almacenamiento de agua contra incendio, el TV-300 y otro existente en la Estación de Compresión No. 19.

La bomba deberá ser del tipo centrífuga horizontal y deberá cumplir con todos los requerimientos del API 610 última edición.

Ingeniería y Administración de Proyectos	BASES DE DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO	No. BD-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

8. Suministro y almacenamiento de agua contra incendio.

El agua Contra incendio será suministrada a través de carros tanque “pipas” que verterán el agua a la cisterna (TC-400), y de la cual mediante la bomba de trasiego de agua (BA-400) será enviada al tanque de almacenamiento de agua contra incendio, TV-300, desde donde se alimenta la red de agua contra incendio a través de las bombas de agua contra incendio.

8.1 Tanque de almacenamiento de agua contra incendio (TV-300).

El tanque de almacenamiento de agua contra incendio deberá estar destinado única y exclusivamente para el almacenamiento de agua contra incendio, la cual no deberá ser empleada para ningún otro uso.

El tanque de almacenamiento de agua contra incendio deberá ser vertical tipo API, cuya capacidad será de 55,000 bls., para la protección de la instalación que represente el riesgo mayor (ver 12.2) y combatir ininterrumpidamente el incendio durante un mínimo de 4 (cuatro) horas.

El cálculo para determinar la capacidad de almacenamiento de agua, se hizo en base al riesgo (fuego) mayor y para un tiempo mínimo de combate de cuatro horas, de acuerdo con los siguientes criterios:

Cuando se trate de esferas, esta capacidad está en función del gasto máximo requerido para enfriamiento, más una cantidad requerida para enfriar los recipientes adyacentes, situados alrededor del tanque que se analiza a una distancia de 2.5 veces su radio a partir de su pared, en el caso de ser los equipos adyacentes esferas, se abrirá el sistema de aspersión de los casquetes superiores (los que manejan la mitad del volumen total requerido para enfriar la esfera), más 1000 gpm para protección del personal de combate.

El tanque de almacenamiento de agua será alimentado por medio de bombeo (bomba de trasiego de agua), desde la cisterna (TC-400) ubicada cerca del tanque.

9. Protección para las plantas criogénicas (agua contra incendio). Véase también

12.4.

La protección contra incendio por medio de agua, para cada una de las plantas criogénicas deberá cumplir con los siguientes requerimientos:

- a) Deberá brindarse protección contra incendio a cada una de las plantas, desde la periferia de las mismas, de forma tal que, cualquier punto dentro de la planta (incluso las áreas auxiliares) este cubierto por alguno de los hidrantes o hidrantes-monitor localizados para este propósito.

Ingeniería y Administración de Proyectos	BASES DE DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO	No. BD-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

- b) Se deberán instalar en la periferia de cada planta, hidrantes y monitores-hidrantes, como un requerimiento mínimo en las cantidades siguientes:

Dispositivo de Protección	Cantidad Mínima requerida para cada una de las plantas criogénicas.
Hidrantes	7
Monitores-Hidrantes	7
Monitores-Hidrantes c/toma para camión	2

- c) Los dispositivos de protección (hidrantes y monitores-hidrantes) deberán ubicarse a una distancia máxima entre cada uno, de 25 m. medidos en el perímetro de cada planta.
- d) La localización de los hidrantes y los monitores hidrantes en el perímetro de cada planta deberá ser alternada, es decir, se ubicará un monitor, después un hidrante y le seguirá nuevamente un monitor, continuando así sucesivamente
- e) Los dos monitores-hidrantes, deberán ubicarse en los lados paralelos a la vialidad, para permitir el acceso a los camiones, uno en cada lado.
- f) Los monitores y los monitores-hidrantes con toma para camión deberán tener una boquilla para manejar 1000 GPM.
- g) Los hidrantes deberán tener la capacidad para manejar 500 GPM.
- h) Además deberán instalarse anillos de aspersión, para la protección de todos los recipientes a presión que contengan grandes inventarios de hidrocarburos (1FA-4001 & 2FA-4001). Estos anillos (ver 12.3) deberán recibir el suministro de agua contra incendio, de dos cabezales diferentes de la red general de agua contra incendio, y el cabezal de suministro deberá contar con dos válvulas una manual y otra automática.

10. Extinción de fuego con equipo móvil (extintores). Véase también 12.4.

Los equipos de extinción de fuego a emplearse, deberán estar determinados por un análisis de riesgos, de acuerdo al NFPA 10 "standard for portable fire extinguishers", última edición.

El tipo de extintor deberá ser seleccionado según el tipo de fuego a combatir, de acuerdo a:

Ingeniería y Administración de Proyectos	BASES DE DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO	No. BD-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

- a) Extintores para la protección de áreas con posibles fuegos clase A, deberá emplearse como agente de extinción polvo químico seco para multi-propósitos (fosfato de amonio)
- b) Extintores para proteger áreas con posibles fuegos clase B, deberá emplearse como agente de extinción polvo químico seco (Bicarbonato de Potasio)
- c) Extintores para proteger áreas con posibles fuegos clase C, deberá emplearse como agente de extinción bióxido de carbono.

El número de extintores necesarios para proteger un área deberá determinarse en base a la superficie del área y la distribución de los mismos cumpliendo con las distancias máximas entre extintores.

Para la distribución de los extintores deberán seguirse los siguientes criterios:

- La distancia entre un extintor y otro no deberá ser medida en línea recta, y deberá considerarse como la distancia caminada entre uno y otro, para ello deberán considerarse los muros interiores de la construcción y posibles obstáculos que el operador tenga que rodear para llegar hasta el extintor.
- La distancia mencionada en el punto anterior no deberán exceder lo siguiente:

a) extintores para fuegos clase "A" 75 pies máximo

b) extintores para fuegos clase "B":

Tipo de riesgo	Clasificación UL del extintor	Distancia máxima
Ligero	5-B	30 pies
	10-B	50 pies
Moderado	10-B	30 pies
	20-B	50 pies
Alto	40-B	30 pies
	80-B	50 pies

Los extintores de bióxido de carbono empleados para extinción de fuegos clase C no deberán estar equipados con boquillas de descarga metálicas.

Los extintores instalados en lugares en los que puedan ser dañados físicamente (por impacto, vibración, condiciones ambientales, etc.) Deberán protegerse adecuadamente.

En ningún caso, la distancia entre el piso y la base del extintor será menor a 4" y de acuerdo al peso del extintor, deberán localizarse a una distancia medida desde el piso hasta la parte superior del extintor, de acuerdo la siguiente tabla:

Ingeniería y Administración de Proyectos	BASES DE DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO	No. BD-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

Peso	Distancia máxima
< 40 lb (18.14 kg)	5 pies (1.53 m)
≥ 40 lb (18.14 kg)	3.5 pies (1.07 m)
Excepto los montados sobre ruedas	

Los extintores deben localizarse cuidadosamente, de tal manera que sean accesibles en presencia del fuego sin riesgo para el operador.

La cantidad mínima de extintores para cada área y/o edificio a proteger, deberá ser como se indica en los diagramas S-05-303 y S-05-304.

11. Equipo de detección de fuego y mezclas inflamables. Ver también 12.5.

11.1. Instalación del equipo de detección.

Los sistemas de detección y alarma no deberán conectarse a otros equipos, aparatos o dispositivos diferentes a los que estén previstos para su actuación en condiciones de emergencia. La fuente de energía secundaria o de reserva para casos de falla eléctrica debe permitir la operación del sistema durante 8 horas.

Los puntos de detección de atmósferas riesgosas, deben ubicarse cerca de los posibles lugares de fuga, tales como bridas, purgas, conexiones, válvulas, sellos de bombas y compresores, etc., considerando los vientos reinantes.

La localización de detectores de sustancias inflamables o tóxicas debe permitir que el flujo normal del aire arrastre tales sustancias o partículas hacia ellos, por lo que es necesario considerar los vientos reinantes.

Para detectores de gases o vapores con densidad mayor al 75% de la del aire, la ubicación deberá ser entre 1.8 y 1.5 m de la posible fuente emisora, en cualquier punto abajo del plano horizontal de dicha fuente que se encuentre entre 0.3 y 1.8m de altura sobre el piso.

Los componentes del sistema deben estar firmemente montados, para prevenir movimientos que propicien falsas alarmas o desviación de las señales del sensor.

En áreas de carga o descarga de gases licuados de auto tanques debe instalarse al menos un detector de atmósferas riesgosas, por cada dos isletas, a 0.9 m del piso y cerca del punto de conexión, considerando la dirección de los vientos reinantes.

Se deberá instalar en las llenaderas, al menos dos detectores de fuego con flama del tipo triple infrarrojo (IR³), ubicados considerando el “cono de visión” que puede variar de 90 a 150° y el alcance que el fabricante indique.

Ingeniería y Administración de Proyectos	BASES DE DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO	No. BD-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

Los detectores de humo deberán ubicarse de acuerdo al alcance de detección y el arreglo de acuerdo al NFPA 72E.

11.2 Requerimientos

En los Diagramas S-05-303 y S-05-304, se indican los requerimientos en cuanto a cantidad, que se deberá cumplir, para los detectores de fuego, mezclas explosivas y humo.

12. Anexo.

12.1. Códigos y estándares de referencia.

12.1.a. Códigos.

- ANSI AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE
- NFPA NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION.
- ASME AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS
- ASTM AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS
- FM FACTORY MUTUAL
- UL UNDER WRITER LABORATORIES
- NEC NATIONAL ELECTRICAL CODE
- ISA INSTRUMENTS SOCIETY OF AMERICA
- NEMA NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION

12.1.b. Estándares del NFPA.

- NFPA 10 Portable Fire Extinguishers
- NFPA 11 Low Expansion Foam And Combined Agent Systems
- NFPA 13 Installation of Sprinkler Systems
- NFPA 14 Standpipe, Hose Systems
- NFPA 15 Water Spray Fixed Systems
- NFPA 20 Centrifugal Fire Pumps
- NFPA 22 Water Tanks for Private Fire Protection
- NFPA 24 Private Fire Service Mains
- NFPA 30 Flammables Liquids Code
- NFPA 70 NEC (National Electric Code)
- NFPA 72 National Fire Alarm Code
- NFPA 75 STD. for the Protection of Electronic Computer/Data Processing Computer.

Ingeniería y Administración de Proyectos	BASES DE DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO	No. BD-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

- NFPA 1963 Fire Hose Connections
- NFPA 2001 STD. on Clean Agent Fire Extinguishing Systems.

12.1.c. Especificaciones y normas técnicas.

- BD-S-001 " Bases de diseño del sistema contra incendio "
- DG-GEPASI-SI-3600 " Especificación de seguridad y contra incendio para tanques de almacenamiento de productos inflamables de PEMEX Refinación ".
- DG-GEPASI-SI-3610 " Especificación para el diseño y construcción de redes de agua contra incendio en centros de trabajo de PEMEX Refinación ":
- ESP-A-1240 " Especificación de proceso. Bombas de agua contra incendio ".
- ESP-A-9010 " Especificación de proceso. Sistema contra incendio ".
- ESP-A-9020 " Especificación de proceso. Monitor hidráulico ".
- ESP-K-0101 " (T9B) Especificación de tuberías contra incendio ".
- ESP-K-4910 " Painting ".
- ESP-K-4915 " Coating and Wrapping of underground steel pipe ".
- ESP-P-6501 (rev. 2) " Especificación de válvulas automáticas de diluvio ".
- ESP-P-6750 (rev. 2) " Especificación del sistema contra incendio (SCI) 2.
- ESP-P-6980 " Especificación de detectores de mezclas explosivas ".
- ESP-P-6981 " Especificación de detectores de fuego ".
- ESP-P-6982 " Especificación de detectores de humo ".
- ESP-S-0001 " Filosofía de operación de las bombas de agua contra incendio ".
- 01.0.26 " Requisitos generales para el proyecto, construcción y equipamiento de las redes de agua contra incendio ".
- 2.431.01 " Sistemas para agua de servicio contra incendio ".
- 3.411.01 " Preparación de superficies, aplicación e inspección de recubrimientos para protección anticorrosiva ".

12.2. Flujos mayores de agua contra incendio esperados (riesgo mayor)

EQUIPO O PLANTA	ESFERAS DE ALMACENAMIENTO	ESFERAS DE ALMACENA-	PLANTAS CRIOGÉNICAS 1 ó
-----------------	---------------------------	----------------------	-------------------------

Ingeniería y Administración de Proyectos	BASES DE DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO	No. BD-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

FLUJO POR:	DE LPG TE- 100/101 (Q ESTIMADO, GPM)	MIENTO DE NAFTA LIGERA. TE- 200/201 - (Q ESTIMADO, GPM)	2 Y 1FA-4001 ó 2FA- 4001 (Q ESTIMADO, GPM)
Espreas en el cuerpo del equipo (nota 4).	3200 = (32 * 100)	2944 = (32 * 92)	384 (32 * 12)
Espreas en el soporte del equipo.	315 = (24 * 13.1)	210= (16*13.1)	No aplica
Monitores (nota 3)	1000 = (2 * 500)	1000 = (2 *500)	5000 (nota 1)
Enfriamiento del casquete superior del equipo contiguo (nota 5).	1600 = (32 * 50)	1472 = (32 * 46)	No aplica
FLUJO TOTAL:	6115 (nota 2)	5626	5384

Notas.

- 1.- Flujo obtenido considerando el 50% de la capacidad instalada de hidrantes e hidrantes-monitor según punto 9 " Protección para las plantas criogénicas (agua contra incendio) ", del documento: " Bases de diseño del sistema contra incendio ", de PGPB.
- 2.- Dado que los flujos aquí reportados son los mayores esperados, se establece que el riesgo mayor está en las esferas de LPG, requiriendo un flujo estimado de **6115** GPM.
- 3.- Por GPASI-SI-3600 (rev. 7), punto 6.7.1.o.
- 4.- Densidad de aplicación obtenida con este flujo: $D = Q / A = 3200 / 11310 = 0.283$ gpm/ft².
- 5.- Por ESP-K-0101 " (T9B) Especificación de tuberías contra incendio ".

12.3. Sistemas de aspersión de agua contra incendio para los recipientes de "Hot-Oil" 1FA-4001 Y 2FA-4001.

Los sistemas de Aspersión para los recipientes de " hot-oil " deben estar constituidos por un anillo de aspersión para cubrir la parte superior del equipo y por escurrimiento los costados.

Ingeniería y Administración de Proyectos	BASES DE DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO	No. BD-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

El arreglo anteriormente descrito debe aplicarse a los recipientes mencionados y deberá diseñarse con los criterios descritos a continuación.

12.3.a. Anillo de Aspersión.

La parte superior de los recipientes, deben ser protegidos por un anillo de aspersión que asegure el mojado del 100% del equipo, con una densidad de aplicación de 0.25 gpm/pie². Dicho anillo debe ser colocado sobre el recipiente para mojar por escurrimiento los costados.

En los anillos de aspersión (uno por cada recipiente) deberán ubicarse las boquillas de aspersión con las siguientes características:

Tipo de aspersión	Cono Lleno ("Full jet")
Modelo	1HH11W & 1HH10
Fabricante	Spraying System Co. o Similar
Consumo de Agua	32 y 31 GPM (respectivamente)
Conexión	Tipo macho, de 1 pulg.
Angulo de apertura	117° y 94 ° (respectivaente) a 80 psig de presión mínima a la entrada de la boquilla.
Material	Bronce
Diámetro del orificio	³³ / ₆₄ & 0.469 pulgadas (respectivamente)

La distribución de las boquillas de aspersión debe ser de modo tal que los extremos de los conos de aspersión, sobre la superficie de la esfera, se traslapen 15% como mínimo.

Para obtener la cobertura de la boquilla, deberá calcularse el ángulo de cobertura de la boquilla de aspersión, sobre la superficie de la esfera, aplicando la ley de senos para triángulos.

La presión mínima a la entrada de la boquilla deberá ser de 80 psig.

La ubicación de los anillos deberá estar de acuerdo a lo indicado en el Diagrama S-05-305.

12.4. CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO.

A continuación se indican los criterios generales de diseño y / o protección contra incendio con que contarán los equipos y edificios de la terminal.

Areas o Equipos a proteger	Detección.	Alarma	Sistema de Extinción	Observaciones
Subestación principal	Detectores de humo.	Alarma sonora (speaker y sirena)	Extintores portátiles de CO2 de	

Ingeniería y Administración de Proyectos	BASES DE DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO	No. BD-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

	(cantidad: 6)	(cantidad: 3) Alarma sonora (tipo " horn ") Estación manual de alarma.	20 lbs (cant.8)	
Subestación Criogénicas 1 y 2	Detectores de humo. (cantidad: 6)	Alarma sonora (speaker y sirena) (cantidad: 3) Alarma sonora (tipo " horn ") Estación manual De alarma.	Extintores portá- tiles de CO2 de 20 lbs (cant. 6)	
Subestación 3 Contraincendio	Detectores de humo. (cantidad: 4)	Alarma sonora (speaker y sirena) (cantidad: 3). Alarma sonora (tipo " horn ") Estación manual De alarma.	Extintores portá- tiles de CO2 de 20 lbs (cant. 6)	
Casa de cambio	Detectores de humo. (cantidad: Ver DS- 05-304)	Alarma sonora (speaker y sirena) (cantidad: 5, se incluyen las del cuarto de control) Alarma sonora (tipo " horn ") Estación manual De alarma	Extintor portá- til de polvo químico de 17 lbs (cant. 1).	
Cuarto de tableros eléctricos	Detectores de humo. (cantidad: 2)	Luz de emergen- cia roja. Alarma sonora (speaker y sirena) (cantidad: 2) Alarma sonora (tipo " horn ") Estación manual de alarma.	Extintor portá- til de CO2 de 20 lbs (cant. 2)	
Casa de bombas (de producto)	Detectores de mezclas Explosivas (cantidad 3)	Luz de emergen- cia azul. Alarma sonora (tipo " horn ") Estación manual De alarma.	Extintor portá- til de polvo químico (fosfato de amonio) de 17 lbs (cant. 2). Sistema auto- Mático / manual	

Ingeniería y Administración de Proyectos	BASES DE DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO	No. BD-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

			De diluvio	
Cuarto de Control (cuarto de UPS , cuarto para gabinetes y cuarto para área de consolas)	Detectores de humo para la parte de abajo del piso falso. (cantidad: ver DS- 05-304)	Local : Audible con operación de estación manual y señalización en Cuarto Control. Los sistemas de FM 200 tendrán estaciones manuales de disparo y de Aborto, alarmas sonoras (tipo " horn ")	Sistema automático de supresión de incendios a base de FM 200. Extintores CO2 de 20 lbs (cant. 3). Extintores de De polvo químico (fosfato de amonio) de 17 lbs (cant. 4) TABLERO DE CONTROL CENTRAL	Proteccion con FM-200 para abajo del piso falso. Detección relacionada con la ventilación. Alarma visible local como aviso de conato de incendio y de descarga del sistema. De acuerdo al NFPA 72, 2001 ultima edición.
Turbogenerador	Sin alcance	Sin alcance	Extintor portá- til de polvo químico (fosfato de amonio) de 17 lbs (cant. 2)	
Llenaderas	Detector de fuego (infrarrojo) (cantidad: 2) Detectores de mezclas explosivas (cantidad 2) MIT-19/20	Luz de emergen- cia azul. Alarma sonora (tipo " horn ") Estación manual De alarma.	Extintor portá- til de polvo químico (fosfato de amonio) de 17 lbs (cant. 4) Sistema automático / manual de Diluvio	Pendiente
Criogénica 1	Detectores de mezclas explosivas (cantidad: 10) MIT-101 a MIT-110	Luz de emergen- cia azul.	Extintor portá- til de polvo químico (fosfato de amonio) de 17 lbs (cant. 21)	Se tendrán Hidrantes e Hidrantes monitores Como protección Vs. incendio
Criogénica 2	Detectores de mezclas explosivas (cantidad: 10) MIT-201 a MIT-210	Luz de emergen- cia azul.	Extintor portá- til de polvo químico (fosfato de amonio) de 17 lbs (cant. 21)	Se tendrán Hidrantes e Hidrantes monitores Como

Ingeniería y Administración de Proyectos	BASES DE DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO	No. BD-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

				protección Vs. incendio
Criogénica 3	Detectores de mezclas explosivas (cantidad: 10) MIT-301 a MIT-310 A futuro (por otros)	A futuro (por otros).	A futuro (por otros)	
Guarnición militar	Sin detección	Sin Alarma.	Extintor portátil de polvo químico (fosfato de amonio) de 17 lbs (cant. 1)	
Estación medición PEP	Sin detección	Luz de emergencia azul. Alarma sonora (tipo " horn ") Estación manual De alarma.	Extintor portátil de polvo químico (fosfato de amonio) de 17 lbs (cant. 1)	
Esfera de almacenamiento de LPG (TE-100)	Detector de fuego infrarrojo (cantidad: 1) Detector de mezclas explosivas (cantidad:) MIT-01	Luz de emergencia roja Luz de emergencia azul. Alarma sonora (tipo " horn ") Estación manual De alarma.	Extintor sobre ruedas de polvo químico (fosfato de amonio) de 150 lbs (cant. 1) 17 lbs (cant. 1) Sistema automático/ manual De diluvio.	
Esfemas de almacenamiento de LPG (TE-101)	Detector de fuego (infrarrojo) (cantidad: 1) Detector de mezclas explosivas (cantidad:) MIT-02	Luz de emergencia roja Luz de emergencia azul. Alarma sonora (tipo " horn ") Estación manual De alarma	Extintor sobre ruedas de polvo químico (fosfato de amonio) de 150 lbs (cant. 1) 17 lbs (cant. 1) Sistema automático / manual De diluvio	
Esfemas de almacenamiento de gasolina (TE-200)	Detector de fuego (infrarrojo) (cantidad: 1) Detector de mezclas explosivas (cantidad:) MIT-03	Luz de emergencia roja Alarma sonora (tipo " horn ") Estación manual De alarma	Extintor sobre ruedas de polvo químico (fosfato de amonio) de 150 lbs (cant. 1) 17 lbs (cant. 1) Sistema automático / manual	

Ingeniería y Administración de Proyectos	BASES DE DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO	No. BD-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

			De diluvio.	
Esferas de almacenamiento de gasolina (TE-201)	Detector de fuego (infrarrojo) (cantidad: 1) Detector de mezclas explosivas (cantidad:) MIT-04	Luz de emergencia roja Luz de emergencia azul. Alarma sonora (tipo " horn ") Estación manual De alarma	Extintor sobre ruedas de polvo químico (fosfato de amonio) de 150 lbs (cant. 1) 17 lbs (cant. 1) Sistema automático / manual de diluvio.	
Tanque de almacenamiento de nafta pesada. (TV-500)	Sin detección (pendiente)	Luz de emergencia roja Luz de emergencia azul. Alarma sonora (tipo " horn ") Estación manual De alarma.	Sistema automático / Manual de diluvio. Sistema superficial y sub-superficial de espuma.	Se colocarán también 2 extintores portátiles de polvo químico de 17 lbs.
Tanque de almacenamiento de " hot-oil " (1 FA-4001)	Pendiente	Pendiente	Sistema automático / manual De diluvio	
Tanque de almacenamiento de " hot-oil " (2FA-4001)	Pendiente	Pendiente	Sistema automático / manual De diluvio	
Cuarto de control de la planta de tratamiento de efluentes.	Detectores de humo. (Cantidad: 4)	Pendiente	Extintor portátil de polvo químico de 17 lbs. (Cant. : 1)	

12.5. DETALLES GENERALES DEL SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALARMA.

- I. • PROTECCIÓN EN CUARTO DE CONTROL:
- Cuarto para UPS.
 - Cuarto para gabinetes E/S.
 - Área de consolas.
- a) Sistema de protección Detección de humo
Area protegida Bajo piso falso
Método de operación Automática / manual
Método de detección Automática: mediante detectores de humo tipo: fotoeléctricos.
Manual: mediante estaciones

Ingeniería y Administración de Proyectos	BASES DE DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO	No. BD-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

manuales de alarma.

- b) Señalización Alarma sonora en Tablero de Control Central
- c) Características del detector:
Sensitividad 3.25% ft
Clasificación eléctrica de la cubierta NEMA 1
Rango de temperatura de operación 0 - 49 °C
- II.**
- PROTECCIÓN EN:
 - Subestación eléctrica principal.
 - Subestación eléctrica criogénicas 1 y 2.
 - Subestación eléctrica 3 (contra incendio).
 - Cuarto de tableros eléctricos.
- a) Sistema de protección Detección de humo
Area protegida Bajo piso falso
Método de operación Automática / manual
Método de detección Automática: mediante detectores de humo tipo: fotoeléctricos.
Manual: mediante estaciones manuales de alarma.
- b) Señalización Alarma sonora en Tablero de Control Central
- c) Características del detector:
Sensitividad 3.25% ft
Clasificación eléctrica de la cubierta NEMA 1
Rango de temperatura de operación 0 - 49 °C
- III.**
- PROTECCIÓN EN:
 - Esfera de almacenamiento de LPG (TE-100)
 - Esfera de almacenamiento de LPG (TE-101)
 - Esfera de almacenamiento de nafta ligera (TE-200)
 - Esfera de almacenamiento de nafta ligera (TE-201)
 - Casa de bombas de productos.
 - Llenaderas
 - Area de punto de entrega PEP
 - Criogénica 1, 2 y 3.
- a) Sistema de protección Detección de mezclas explosivas
Area protegida Puntos posibles de fuga
Método de operación Automática / manual
Método de detección Automática: mediante detectores de hidrocarburos (gas LP y vapores de gasolina natural)
Manual: mediante estaciones manuales de alarma.

Ingeniería y Administración de Proyectos	BASES DE DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO	No. BD-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

- b) Características del detector:
Gas a ser detectado
Tipo de sensor
Clasificación eléctrica
Rango de temperatura
Repetibilidad
Tiempo de repuesta
Rango de medición
Entrada de energía
Indicador
Señales de salida
- Proceso de calibración
- IV.**
- PROTECCIÓN EN:
 - Area de llenaderas.
 - Esfera de almacenamiento de LPG (TE-100)
 - Esfera de almacenamiento de LPG (TE-101)
 - Esfera de almacenamiento de nafta ligera (TE-200)
 - Esfera de almacenamiento de nafta ligera (TE-201)
- a) Sistema de protección
Area protegida
- Método de operación
Método de detección
- b) Características del detector:
Modo de operación
- Tipo de sensor
Clasificación eléctrica
Tiempo de repuesta
- Hidrocarburos (gas LP y vapores de gasolina natural)
Combustión catalítica
Clase I, Div. 2, Gpo. D, NEMA 4X
- 40 °C a 90 °C
+/- 1% LEL
< 8 segundos @ 90 %
0 – 100 % (LEL)
24 VCD
Digital
Analógica de 4-20 mA y digital
Para 3 niveles de alarma de la Misma variable sensada, las alarmas serán configurables.
Alimentación: 24 VCD, sistema A 2 hilos.
No intrusiva con calibrador Infrarojo remoto.
- Detección de fuego.
Boquillas inferiores de las esferas y conexión con autotanque en llenaderas.
Automática / manual
Automática: mediante detectores de radiación (UV o IR)
Manual: mediante estaciones manuales de alarma.
- Detección de radiación infrarroja (para exteriores).
Detección de radiación ultra-violeta (para interiores)
Tipo inteligente
Clase I, Div. 2, Gpo. D, NEMA 4X
El detector debe estar diseñado Para responder al fuego por

Ingeniería y Administración de Proyectos	BASES DE DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO	No. BD-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

Entrada de energía
Señales de salida

Proceso de calibración

Gasolina de 0.30m x 0.30m a
60 m, activandose la alarma
instantánea en menos de 3
segundos.
24 VCD
Analógica de 4-20 mA.
Enviará una señal de alarma
Cuando el / los sensores
indiquen la presencia del fuego
Mediante lámpara simuladora de
flama, alcance de 60 m.

12.6. Detalles generales de los sistemas de FM-200.

I. CUARTO DE CONTROL (CUARTO DE UPS, CUARTO PARA GABINETES E/S Y AREA DE CONSOLAS).

a) Area protegida

Agente extintor
Sistema
Presión de operación
Almacenamiento del agente
Método de descarga
Método de operación
Método de detección
Tiempo de descarga
Concentración de diseño mínima
Equipo del sistema

Debajo del piso falso, área plena
y sobre plafón
Gas FM-200
Sistema de inundación total
360 psi
Cilindros de FM-200
Boquillas de FM-200
Automática / manual
Detectores fotoeléctricos
10 segundos
7 %
Boquillas de FM-200
Cilindros de alta presión (reserva
/ principal)
Kit de accesorios
Estación manual de descarga
**Estación manual de alarma
general**
Estación de aborto
**Alarma audiovisual de descarga
(NEMA 4 para exteriores)**
**Alarma audible de pre-descarga
(NEMA 4 para exteriores)**
**Alarma audible de alarma
general**
Switch de transferencia
Sistema de respiración
autónoma.

IV. Memoria de Cálculo

Ingeniería y Administración de Proyectos	MEMORIA DE CALCULO RED CONTRA INCENDIO	No. MC-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

RED CONTRA INCENDIO**PROYECTO:** PLANTAS CRIOGÉNICAS

A	PARA REVISION				
REV	DESCRIPCION	FIRMA	FECHA	FECHA	FECHA
		DEPARTAMENTO		CLIENTE	

	MEMORIA DE CALCULO RED CONTRA INCENDIO				INGENIERIA	
					SEGURIDAD	
	ELABORO:	REVISO:	APROBO:	REVISION:	FECHA:	
ALR	ALR		A	05- Ene-05		

Ingeniería y Administración de Proyectos	MEMORIA DE CALCULO RED CONTRA INCENDIO	No. MC-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

TABLA DE CONTENIDOS

1.0 OBJETIVO	157
2.0 ANTECEDENTES.....	157
3.0 CONSIDERACIONES Y CRITERIOS DE DISEÑO	159
4.0 METODOLOGIA.....	163
5.0 CALCULOS	164
6.0 RESULTADOS	164
7.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	164
8.0 REFERENCIAS Y ANEXOS	165

Ingeniería y Administración de Proyectos	MEMORIA DE CALCULO RED CONTRA INCENDIO	No. MC-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

1.0 Objetivo

Los objetivos de la presente memoria de cálculo son determinar los diámetros requeridos por la tubería nueva que se integra a la red (enterrada) existente de agua contra incendio, y simular la red en su totalidad considerando el riesgo mayor en las esferas TE-102 / 103 para determinar los requerimientos mínimos de presión y flujo de agua contra incendio que demanda el sistema para su correcta operación. Lo anterior con el fin de dar protección y seguridad al personal de operación y al inmueble para asegurar la continuidad de operación de la planta.

2.0 Antecedentes

2.1.- Generales.

La terminal de almacenamiento y distribución estará localizada en Reynosa en el estado de Tamaulipas, esta terminal incluirá cuatro unidades criogénicas.

La planta constará principalmente de las unidades criogénicas mencionadas y facilidades para el almacenamiento de los productos, esto es: Esféricos para el almacenamiento de LPG (TE-100/101/102 & 103), esféricos para el almacenamiento de Nafta ligera (TE-200/201 & 202), tanques de almacenamiento de Nafta pesada (TV-500 & 501), facilidades para su distribución: Casas de bombas y llenaderas. Instalaciones que requieren de la protección contra incendio.

2.2.- Descripción del sistema enterrado (equipo principal y usuarios del sistema).

2.2.1.- Red vs. incendio.

Un sistema (presurizado) de tubería enterrada o red contra incendio será distribuido alrededor de los edificios y los equipos de la planta, el número de hidrantes exteriores será de acuerdo a la localización que se requiera para la protección de los mismos (según bases de diseño), la red tendrá válvulas de compuerta para el aislamiento de secciones del "Loop", el material de la tubería principal será de acero al carbón (según especificación T9B), el suministro de agua hacia la red será por medio de las bombas contra incendio (bombas de servicio BA-500/501/502, bombas de emergencia BA-503 R, BA-505 & BA-506 y bomba jockey BA-504). El suministro de agua para las bombas será de dos tanques de almacenamiento TV-300 & TV-301 donde se tendrá el agua de contra incendio. Es a partir del sistema enterrado ("Loop" contra incendio) de donde se suministrará el agua vs. incendio requerido por los diferentes usuarios distribuidos en la Terminal.

2.2.1.1.- Hidrantes Exteriores e hidrantes monitor.

La localización de los hidrantes exteriores, será de acuerdo al arreglo de las áreas y edificios que se tendrán dentro de la terminal. El hidrante será del tipo húmedo de fabricación en taller (columna húmeda). El cuerpo del hidrante será construido de una tubería de 6" de diámetro, cuya parte superior constará de un tapón cachucha, a una altura de 0.70 m de la base se instalarán dos salidas de 2 ½" de diámetro con una separación de 180° (cada salida será un medio cople), en cada cople se instalará una válvula de corte de 2 ½" de diámetro con un tapón cachucha con cadena.

Ingeniería y Administración de Proyectos	MEMORIA DE CALCULO RED CONTRA INCENDIO	No. MC-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

El suministro de agua al hidrante será a través de una tubería que se derivará de la red contra incendio. Los hidrantes serán localizados a una distancia máxima de 50 mts y a una distancia de 12 mts (mínimo) de separación del límite del área a proteger o muro.

Los Hidrantes-Monitor deberán conectarse a la red mediante una tubería de 8" de diámetro mínimo. La distancia entre los Hidrantes-Monitor no será mayor a 50 m en las áreas de proceso; criogénicas, casas de bombas de productos y llenaderas.

El alcance mínimo del chorro de agua del monitor, será de 30m teniendo una presión (mínima) de 7 kg / cm² (100 lb / pug²) a pie de hidrante y a flujo máximo.

Los monitores serán del tipo corazón para instalación fija (con maneral), de la marca Ekhardt o similar, de bronce para manejar 500 y 1000 GPM, con válvula de bloqueo al monitor. Estos tendrán una boquilla de tres posiciones: niebla, chorro y cerrado, tendrán facilidad para girar 120° en vertical y 180° en el plano horizontal

2.2.1.2.- Sistemas de diluvio.

La protección de equipos mayores, se hará por medio de Sistemas de diluvio, como son: Esféricos de almacenamiento de LPG, Esféricos de almacenamiento de nafta ligera, tanque de almacenamiento de nafta pesada, tanques de "Hot Oil", Llenaderas y casas de bombas de productos, se protegerá cada uno por medio un sistema de diluvio con boquillas de aspersion y su activación será por medio de detectores de flama y/o de mezclas explosivas y de forma manual, el equipo que integrará este sistema será: Tubería de acero al carbón, válvula automática de diluvio, boquillas de aspersion y trim de accesorios correspondientes para la operación automática de la válvula de diluvio.

2.2.2.- Bombas contra incendio.

Para el suministro de agua hacia la red contra incendio y los sistemas hidráulicos que se derivan de esta, se tendrán dos casas de bombas con 7 equipos para el servicio contra incendio. El sistema de bombeo estará compuesto por los siguientes equipos: tres bombas horizontales tipo axial acopladas a motores eléctricos con su tablero de control de contra incendio (bombas de servicio); BA-500/501/502 ; tres bombas horizontales tipo axial acopladas a motores de combustión interna con su tablero de control de contra incendio (bombas de emergencia); BA-503R, BA-505 & BA-506 estas bombas estarán equipadas también con un tanque de almacenamiento de diesel (cada una) con una capacidad de 3.785 lt por cada HP del motor de combustión interna; Una bomba horizontal presurizadora acoplada a un motor eléctrico con su tablero de control de contra incendio (bomba jockey) BA-504.

2.2.3.- Sistema de Almacenamiento de agua

El agua se almacenará en 2 (dos) tanques cilíndricos verticales (tipo API), con fondo plano y dimensionado para una capacidad equivalente al máximo riesgo esperado durante 8 horas (5760 GPM), es decir: 55000 bls cada uno.

2.2.4.- El agente de extinción (agua).

Ingeniería y Administración de Proyectos	MEMORIA DE CALCULO RED CONTRA INCENDIO	No. MC-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

El agua debe ser considerada como el más importante agente para la protección vs. incendio de cualquier facilidad a instalarse o instalada.

El agua en la Terminal podrá ser usada para:

a).- Enfriar metal.

El agua aplicada directamente a una superficie metálica prevendrá la distorsión y/o ruptura por la exposición a las flamas o al calor radiante mediante el enfriamiento de la superficie indicada.

b).- Control de la intensidad del fuego.

El esparado de agua es usado para controlar la intensidad del fuego y del calor en un equipo adyacente hasta que el fuego pueda ser extinguido.

c).- Prevención.

El esparado de agua es usado para mantener materiales enfriados abajo de su temperatura de ignición por enfriamiento de estos materiales.

d).- Limitar la formación de nubes de vapores inflamables.

El esparado de agua es usado para dispersar fugas y goteos y para reducir la concentración aire-vapor a un nivel abajo del límite de inflamabilidad inferior (LEL) y para minimizar el viaje de estos vapores.

3.0 Consideraciones y criterios de diseño del "loop" principal y sus usuarios.

3.1.- Del "loop" principal.

3.1.1.- Generales.

La tubería principal de agua vs. incendio (enterrada) será diseñada en forma de circuito (s) de forma tal que se abarquen tanto los edificios como los equipos de proceso y/o distribución.

El "loop" principal será quién dé suministro de agua vs. incendio a hidrantes exteriores, hidrantes monitor, sistemas de diluvio.

3.1.2.- Profundidad de la tubería enterrada.

La mínima profundidad a la que estará enterrada la tubería principal de vs. incendio, será como sigue:

a).- Bajo áreas sin calles: 0.80 m.

b).- Bajo áreas con calles: 0.92 m.

Estos "loops" no serán instalados bajo tanques, recipientes, edificios permanentes o pavimentos.

Ingeniería y Administración de Proyectos	MEMORIA DE CALCULO RED CONTRA INCENDIO	No. MC-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

3.1.3.- Operación.

Cuando la presión de la tubería principal de agua vs. incendio caiga abajo de 9.8 Kg/cm² (g) (140 psig), los interruptores de presión en la descarga de cada bomba vs. incendio automáticamente arrancarán la bomba adecuada en forma secuencial (bomba jockey - bombas eléctricas - bombas diesel). La secuencia completa de la operación de estas bombas está descrita en el documento: "filosofía de operación de las bombas de agua contra incendio" (ESP-S-0001P34).

La presión en el "loop" principal de agua vs. incendio será mantenida a una presión de 10.5 Kg/cm² (g) (150 psig según requerimiento de PGPB).

3.1.4.- Diámetros del "loop" principal de agua vs. incendio.

Un balance hidráulico es llevado a cabo por computadora tomando en cuenta la presión en la red (150 psig), el flujo estimado que demanda el sistema (5760 GPM) y lo siguiente:

- a).- Habrá solamente un fuego en sólo un área de riesgo en un sitio en un momento cualquiera.
- b).- El agua vs. incendio puede fluir a través de todas las secciones de la red (no hay tramos fuera de servicio) en el momento del incendio.
- c).- La velocidad máxima del agua vs. incendio en cualquier punto del sistema será de 15 ft/seg.
- d).- La tubería de la red vs. incendio ("loop" principal) no será menor a 6" de diámetro y los disparos a hidrantes exteriores serán de 6" de diámetro como mínimo. Típicamente, el "loop" principal será de 14" y 16" de diámetro.

El cumplimiento de estos criterios garantizarán los requerimientos de presión y flujo que puedan demandar cualquiera de los usuarios de la red de agua contra incendio.

Ingeniería y Administración de Proyectos	MEMORIA DE CALCULO RED CONTRA INCENDIO	No. MC-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

3.2.- De los usuarios de la red contra incendio.

Equipos y/o edificios a ser protegidos con un sistema fijo de protección vs. incendio conectado a la red de agua vs. incendio:

Areas o Equipos a proteger	Sistema de extinción	Observaciones
Criogénica I	Hidrantes con 2 tomas para mangueras de 250 GPM c/u e hidrantes - monitor de 500 y 1000 GPM c/u	Flujo de agua de 5448 GPM, presión mínima de 100 psig en el hidrante o hidrante-monitor más desfavorable.
Criogénica II	Hidrantes con 2 tomas para mangueras de 250 GPM c/u e hidrantes - monitor de 500 y 1000 GPM c/u	Flujo de agua de 5448 GPM, presión mínima de 100 psig en el hidrante o hidrante-monitor más desfavorable.
Criogénica III	Hidrantes con 2 tomas para mangueras de 250 GPM c/u e hidrantes - monitor de 500 y 1000 GPM c/u	Flujo de agua de 5448 GPM, presión mínima de 100 psig en el hidrante o hidrante-monitor más desfavorable.
Criogénica IV	Hidrantes con 2 tomas para mangueras de 250 GPM c/u e hidrantes - monitor de 500 y 1000 GPM c/u	Flujo de agua de 5448 GPM, presión mínima de 100 psig en el hidrante o hidrante-monitor más desfavorable.
Estación de medición y recibo de " PEP "	Hidrante con dos tomas para manguera de 250 GPM c/u para protección externa.	Flujo de agua de 500 GPM, presión mínima de 100 psig en el hidrante
Cuarto de control y casa de cambio.	Dos hidrantes con dos tomas para manguera de 250 GPM c/u para protección externa.	Flujo de agua de 1000 GPM, presión mínima de 100 psig en cualquiera de los hidrantes.
Guarnición militar	Hidrante con dos tomas para manguera de 250 GPM c/u para protección externa.	Flujo de agua de 500 GPM, presión mínima de 100 psig en cualquiera de los hidrantes.
Esféricos de almacenamiento de nafta ligera (TE-200/201)	Sistema de aspersion de agua tipo diluvio automático.	Flujo de agua de 5626 GPM (estimado), presión mínima de 80 psig en las boquillas de aspersion, incluye consumo de 1000 GPM y enfriamiento del casquete superior de la esfera anexa. Densidad de rociado en el cuerpo: 10.2 (L/min)/m2 (0.25 GPM/ft2)
Esférico de almacenamiento de nafta ligera (TE-202)	Sistema de aspersion de agua tipo diluvio automático.	Flujo de agua de 4255 GPM (estimado), presión mínima de 80 psig en las boquillas de aspersion, incluye consumo de 1000 GPM. Densidad de rociado en el cuerpo: 10.2 (L/min)/m2 (0.25 GPM/ft2)

Ingeniería y Administración de Proyectos	MEMORIA DE CALCULO RED CONTRA INCENDIO	No. MC-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

Esféricos de almacenamiento de LPG (TE-100/101)	Sistema de aspersión de agua tipo diluvio automático.	Flujo de agua de 5760 GPM (estimado), presión mínima de 80 psig en las boquillas de aspersión, incluye consumo de 1000 GPM y enfriamiento del casquete superior de la esfera anexa. Densidad de rociado en el cuerpo: 10.2 (L/min)/m2 (0.25 GPM/ft2)
Esféricos de almacenamiento de LPG (TE-102/103)	Sistema de aspersión de agua tipo diluvio automático.	Flujo de agua de 5760 GPM (estimado), presión mínima de 80 psig en las boquillas de aspersión, incluye consumo de 1000 GPM y enfriamiento del casquete superior de la esfera anexa. Densidad de rociado en el cuerpo: 10.2 (L/min)/m2 (0.25 GPM/ft2)
Casa de bombas de productos. (cualquiera de las tres)	Sistema de aspersión de agua tipo diluvio automático.	Flujo de agua de 736 GPM, presión mínima de 80 psig en las boquillas de aspersión, incluye consumo de 2 mangueras vs. incendio de 250 GPM cada una.
Turbogenerador y subestación eléctrica	2 hidrantes con dos tomas para manguera de 250 GPM c/u para protección externa.	Flujo de agua de 1000 GPM, presión mínima de 100 psig en el hidrante más desfavorable.
Estacionamiento autotanques	2 hidrantes con dos tomas para manguera de 250 GPM c/u para protección externa.	Flujo de agua de 1000 GPM, presión mínima de 100 psig en el hidrante más desfavorable.
Llenaderas de productos. (cualquiera de las dos)	Sistema de aspersión de agua tipo diluvio automático.	Flujo de agua de 3232 GPM, presión mínima de 80 psig en las boquillas de aspersión, incluye consumo de 4 mangueras vs. incendio de 250 GPM cada una. Densidad de rociado : 10.2 (L/min)/m2 (0.25 GPM/ft2)

Ingeniería y Administración de Proyectos	MEMORIA DE CALCULO RED CONTRA INCENDIO	No. MC-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

Tanque de almacenamiento de nafta pesada. TV-500	Sistema de aspersión de agua tipo diluvio automático.	Flujo de agua de 1353 GPM, presión mínima de 80 psig en las boquillas de aspersión, incluye consumo de 4 mangueras vs. incendio de 250 GPM cada una. Densidad de rociado : 4.1 (L/min)/m2 (0.1 GPM/ft2)
Tanque de almacenamiento de nafta pesada. TV-501	Sistema de aspersión de agua tipo diluvio automático.	Flujo de agua de 1882 GPM, presión mínima de 80 psig en las boquillas de aspersión, incluye consumo de 4 mangueras vs. incendio de 250 GPM cada una. Densidad de rociado : 4.1 (L/min)/m2 (0.1 GPM/ft2)

4.0 Metodología.

Se presentan 2 corridas del programa "HYDRON50" (para sistemas de aspersión), la primera simula el "loop" principal (a 150 psig) con los sistemas fijos y 1000 GPM para monitores del riesgo mayor para agua vs. incendio (los esféricos de almacenamiento de LPG TE-102/103) en operación, esto es:

EQUIPO EN OPERACION	EQUIPO EN OPERACION	AGUA VS. INCENDIO
FCV - 706	VALV. DE DILUVIO (HEMISF. INFERIOR TE-103)	2152 GPM (ACTUAL)
FCV - 707	VALV. DE DILUVIO (HEMISF. SUPERIOR TE-103)	1664 GPM (ACTUAL)
FCV - 703	VALV. DE DILUVIO (HEMISF. SUPERIOR TE-102)	1664 GPM (ACTUAL)
H - 67	HIDRANTE	500 GPM (ACTUAL)
H - 68	HIDRANTE	500 GPM (ACTUAL)
TOTAL		6480 GPM (ACTUAL)

La segunda corrida es para propósitos de " chequeo " y se simuló el " loop " con los sistemas fijos y dos monitores correspondientes también a los esféricos de almacenamiento de LPG : TE-102/103, arrojando como resultado los valores mínimos de presión (132 psig) y flujo (ver tabla siguiente) requeridos para cumplir con los parámetros indicados en el punto 3.2.

Ingeniería y Administración de Proyectos	MEMORIA DE CALCULO RED CONTRA INCENDIO	No. MC-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

EQUIPO EN OPERACION	EQUIPO EN OPERACION	AGUA VS. INCENDIO
FCV - 706	VALV. DE DILUVIO (HEMISF. INFERIOR TE-103)	2003 GPM (ACTUAL)
FCV - 707	VALV. DE DILUVIO (HEMISF. SUPERIOR TE-103)	1524 GPM (ACTUAL)
FCV - 703	VALV. DE DILUVIO (HEMISF. SUPERIOR TE-102)	1524 GPM (ACTUAL)
H - 67	HIDRANTE	500 GPM (ACTUAL)
H - 68	HIDRANTE	500 GPM (ACTUAL)
TOTAL		6051 GPM (ACTUAL)

Para las longitudes, diámetros y accesorios de tubería que requiere el programa para simular la red, se utilizaron los planos mostrados en el anexo 8.2.1. (tres planos en total y un "plano llave ").

5.0 Cálculos.

Se elaboraron corridas de computadora del programa " HYDRON50 "

6.0 Resultados.

La primera simulación arroja un flujo real de 6480 GPM en base a la presión definida de 150 psig con 96 psig en la boquilla mas desfavorable.

La segunda simulación nos indica que la presión mínima requerida por el sistema es de 132 psig dando un flujo real de 6051 GPM con 80 psig en la boquilla mas desfavorable.

Se conservará la presión de descarga nominal de 150 psig para propósitos de especificación de las bombas vs. incendio.

7.0 Conclusiones y recomendaciones

7.1.- Mediante el análisis de los resultados expuestos anteriormente se establece que los diámetros con que se hizo el balance hidráulico de la red vs. incendio son correctos puesto que cumplen con los criterios de diseño planteados en el punto 3.1 y los correspondientes del 3.2 de esta memoria de cálculo.

7.2.- Los resultados obtenidos nos dan la pauta para definir las características principales del equipo de bombeo de agua vs. incendio, como son:

Ingeniería y Administración de Proyectos	MEMORIA DE CALCULO RED CONTRA INCENDIO	No. MC-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

DESCRIPCION	CRITERIO
7.2.1. BOMBA ELÉCTRICA CONTRA INCENDIO BA-500/501/502 (existentes). Capacidad Presión de Descarga Tipo Accionador Controlador Aprobada	Requerido 454.25 m3/hr (2000 gpm) 10.5 Kg/cm2 man (150 psig) Bomba Horizontal, axial Motor-eléctrico Eléctrico Factory Mutual
7.2.2. BOMBA CONTRA INCENDIO DE MOTOR DIESEL BA-503R (existentes), BA-505 & BA-506 (nuevas). Capacidad Presión de Descarga Tipo Accionador Controlador Tanque de almacenamiento Tiempo de operación Combustible Aprobado por	Requerido 454.25 m3/hr (2000 gpm) 10.5 Kg/cm2 man (150 psig) Bomba Horizontal, axial Motor de combustión interna, tipo diesel Eléctrico Sí 8 horas (mínimo) Diesel Factory Mutual
7.2.3. BOMBA JOCKEY BA-504 Capacidad Presión de Descarga Tipo Accionador Controlador Aprobada	Sí 56.8 m3/hr (250 gpm) 10.5 Kg/cm2 man (150 psig) Bomba Horizontal Motor eléctrico Eléctrico No aprobada

8.0 Referencias y anexos

8.1.- Referencias.

BD - S- 001P34	Sistema contra incendio. Bases de diseño.
ESP-K-0101	(T9B) Especificación de tuberías contra incendio.
ESP-S-0001P34	" Filosofía de operación de las bombas de agua contra incendio ".
NFPA 13	Installation of Sprinkler Systems.
NFPA 14	Installation of Standpipe and Hose Systems.
NFPA 15	Water Spray Fixed Systems.

Ingeniería y Administración de Proyectos	MEMORIA DE CALCULO RED CONTRA INCENDIO	No. MC-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

NFPA 20	Installation of Centrifugal Fire Pumps.
NFPA 22	Water Tanks for Private Fire Protection.
NFPA 24	Installation of Private Fire Service Mains and Their Appurtenances.
NFPA 30	Flammable and Combustible Liquids Code.
NFPA 1963	Fire Hose Connections.

8.2.- Anexos.

8.2.1.- Sketches para distribución de anillos en esfera y distribución de boquillas en anillos.

Ingeniería y Administración de Proyectos	MEMORIA DE CALCULO RED CONTRA INCENDIO	No. MC-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

ANEXO 8.2.1.

“Sketches” y cálculos para Distribución de anillos en esfera y distribución de boquillas en anillos.

Ingeniería y Administración de Proyectos	MEMORIA DE CALCULO RED CONTRA INCENDIO	No. MC-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

8.2.1.1.- TE – 102 / 103. Parámetros de diseño generales.

8.2.1.1.a.- Requerimientos mínimos de agua de enfriamiento por esfera (Q min).

De :

$$RHO = Q \text{ min} / A$$

Tenemos;

$$Q \text{ min} = RHO * A$$

Donde:

RHO = densidad de aplicación (0.25 gpm / ft²).

A = área de la esfera.

$$= 4 * 3.1416 * r^2$$

A su vez, r es el radio de la esfera (D / 2 en ft) incluyendo espesor de placa (D = 18288 mm +38

mm = 18326 mm = 60.085 ft), de aquí que:

$$A = 4 * 3.1416 * 30.0425 * 30.0425$$

$$A = 11\,341.827 \text{ ft}^2$$

De donde:

$$Q \text{ min} = (0.25 \text{ gpm} / \text{ft}^2) * 11.341.827 \text{ ft}^2$$

$$Q \text{ min} = 2835.5 \text{ gpm}$$

8.2.1.1.b.- Número mínimo de espreas requerido por esfera (en el cuerpo).

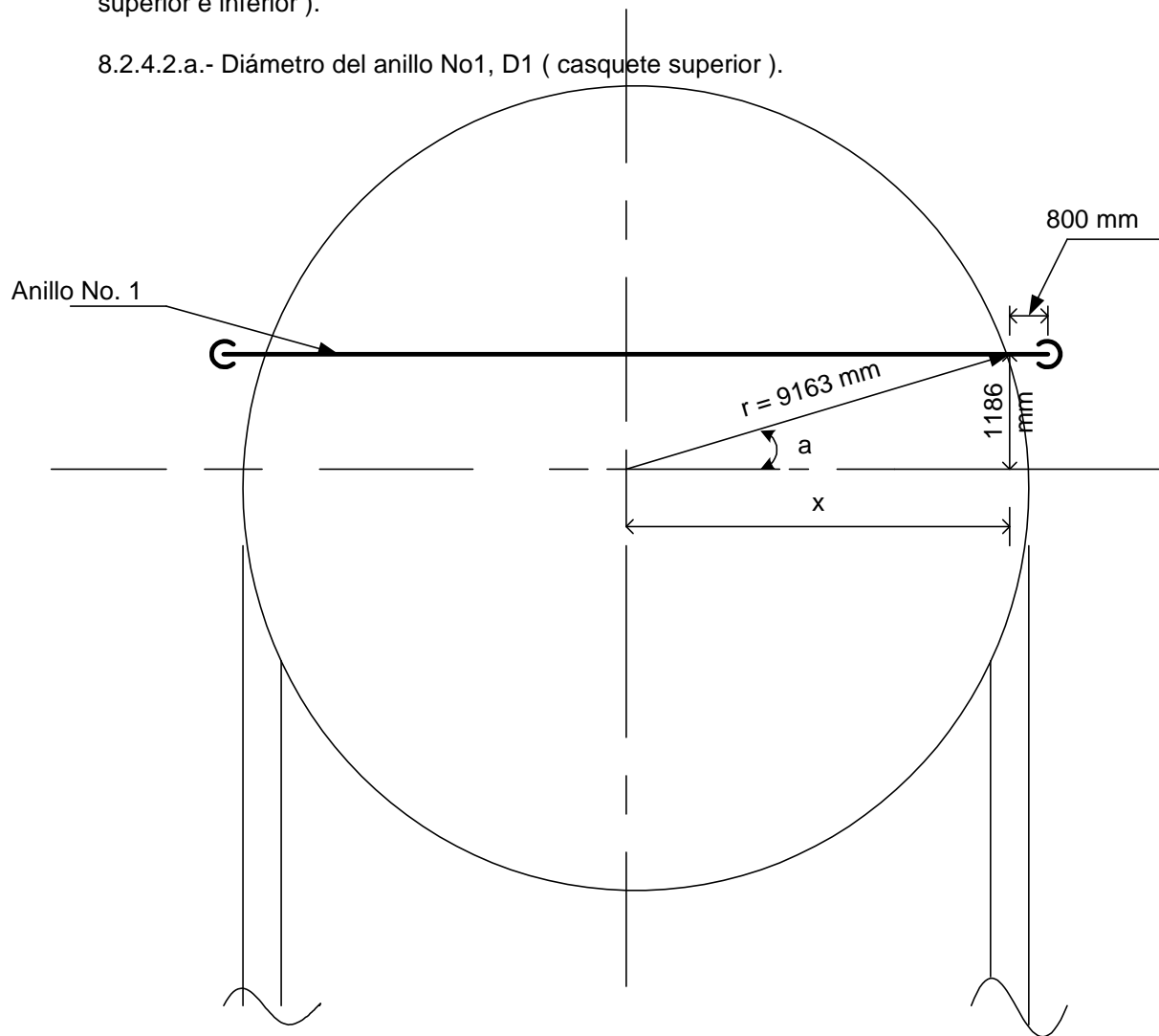
$$N \text{ min} = 2835.5 \text{ gpm} / 17.5 \text{ gpm}$$

N min = 162 espreas @ 80 psig (considerando el modelo: ¾ - HH – 6W de Spraying System).

Ingeniería y Administración de Proyectos	MEMORIA DE CALCULO RED CONTRA INCENDIO	No. MC-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

8.2.4.2.- TE-102 / 103. Soporte técnico para el número de boquillas en el anillo No. 1 (casquete superior e inferior).

8.2.4.2.a.- Diámetro del anillo No1, D1 (casquete superior).



ELEVACION

$$\text{Arc sen } a = 1186 / 9163$$

$$\text{Arc sen } a = 0.12943$$

$$a = 7.436863^\circ$$

$$\text{Cos } a = x / 9163$$

$$x = \text{Cos} (7.436863^\circ) * 9163$$

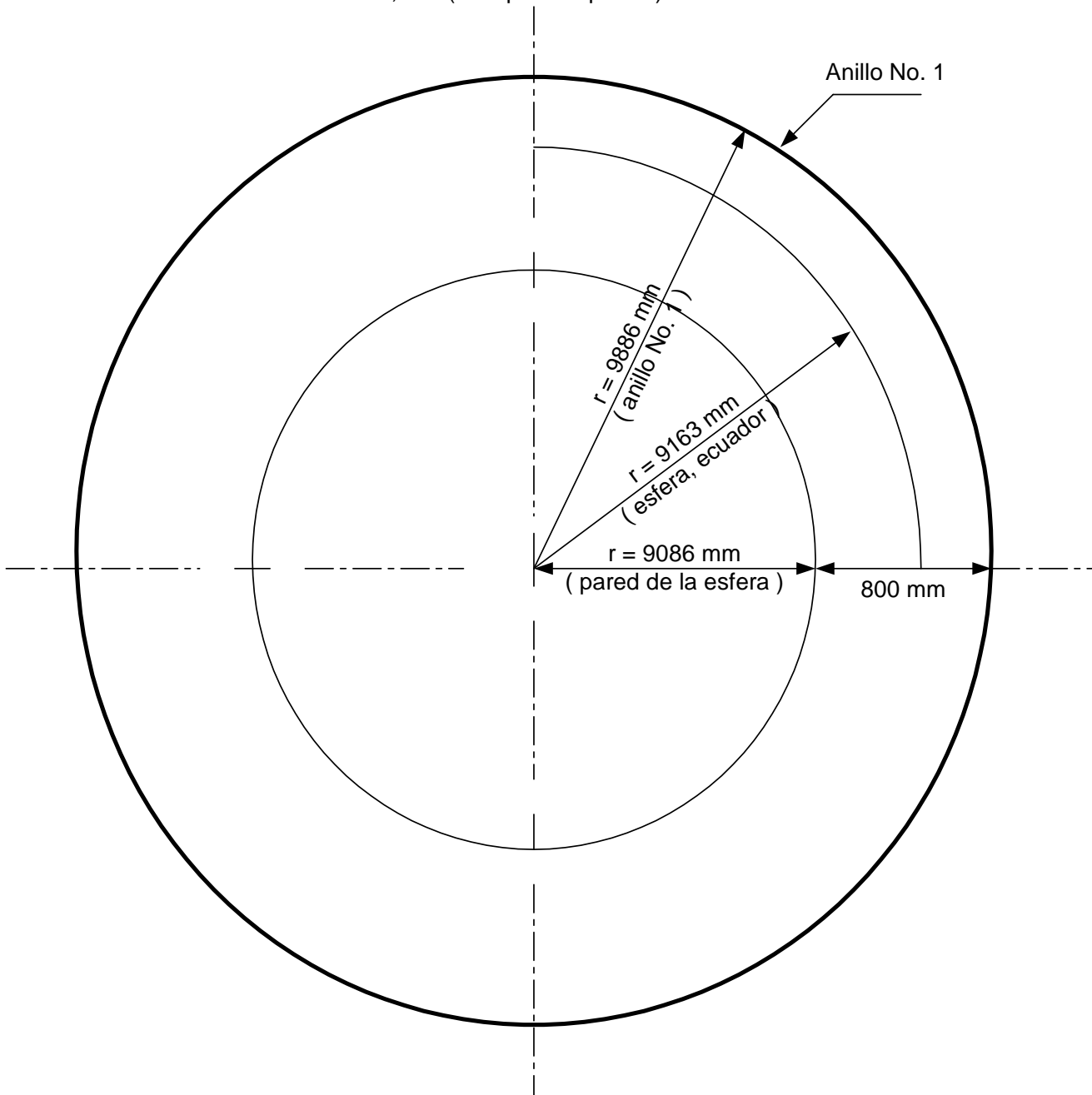
$$x = 9086 \text{ mm}$$

$$D1 = (2 * x) + 1600$$

$$D1 = 19772 \text{ mm}$$

Ingeniería y Administración de Proyectos	MEMORIA DE CALCULO RED CONTRA INCENDIO	No. MC-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

8.2.4.2.b.- Perimetro del anillo No. 1; C1 (casquete superior).



PLANTA

$$C1 = 2 * 3.1416 * r$$

$$C1 = 2 * 3.1416 * 9886 \text{ mm}$$

$$C1 = 62116 \text{ mm}$$

Ingeniería y Administración de Proyectos	MEMORIA DE CALCULO RED CONTRA INCENDIO	No. MC-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

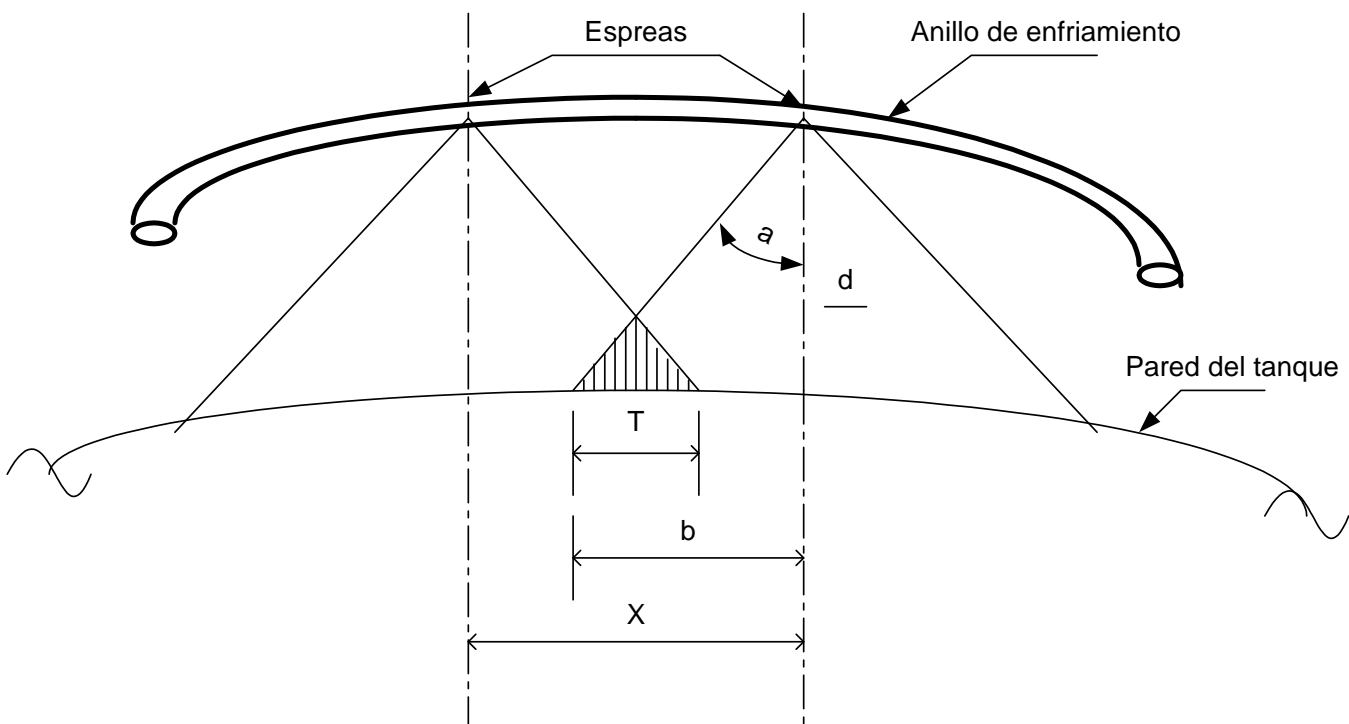
8.2.4.2.c.- Relaciones matemáticas requeridas para el cálculo de la separación entre espreas.

$a = 1/2$ ángulo de aspersion.

$T =$ traslape mínimo requerido = 15%.

$X =$ distancia entre espreas.

$S =$ número de sectores.



$$\text{tang } a = b / d$$

$$b = d * \text{tang } a$$

$b = 1/2$ cobertura del ángulo de aspersion.

$$T = 0.15 b = 0.15 (d * \text{tang } a)$$

$d =$ distancia de la boquilla aspersora a la pared del tanque: 800 mm.

$$X = 2 (d * \text{tang } a) - 0.15 (d * \text{tang } a)$$

$$X = 1.85 (d * \text{tang } a)$$

$a = 1/2$ ángulo de aspersion

El valor del traslape puede variar entre 15 % y 30 %.

$$X = 2b - T$$

Ingeniería y Administración de Proyectos	MEMORIA DE CALCULO RED CONTRA INCENDIO	No. MC-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

8.2.1.2.d.- Cantidad de espreas requeridas (NE1) en el anillo No.1.

De:

$$X = 1.85 (d * \text{tang } a)$$

Con $d = 800 \text{ mm}$ y $a = 56^\circ$, tenemos:

$$X = 1.85 (800 * \text{tang } (56^\circ))$$

$$X = 1.85 (800 * 1.48256)$$

$$X = 1.85 * 1186$$

$$X = 2194 \text{ mm}$$

Puesto que la cantidad de espreas requeridas esta dada por la relación,

$$NE1 = C1 / X, \text{ tenemos:}$$

$$NE1 = 62116 / 2194$$

$$NE1 = 28.31 (\text{dígase } 30 \text{ espreas }).$$

Dado que se están definiendo 30 espreas para diseño, la separación requerida entre las mismas será de:

$$X = C1 / NE1, \text{ esto es:}$$

$$X = 62116 / 30$$

$$X = 2070.5 \text{ mm}$$

En el siguiente apartado (8.2.1.2.e) se muestra la disposición de estas espreas en el anillo No. 1 del casquete superior.

En el apartado 8.2.1.2.f se muestra una disposición similar (el cálculo es el mismo) para las 30 espreas del anillo No.1 del casquete inferior, además de 24 espreas requeridas para los soportes de la esfera.

Ingeniería y Administración de Proyectos	MEMORIA DE CALCULO RED CONTRA INCENDIO	No. MC-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

8.2.1.2.e.- Disposición de espreas en el anillo No. 1 del casquete superior.

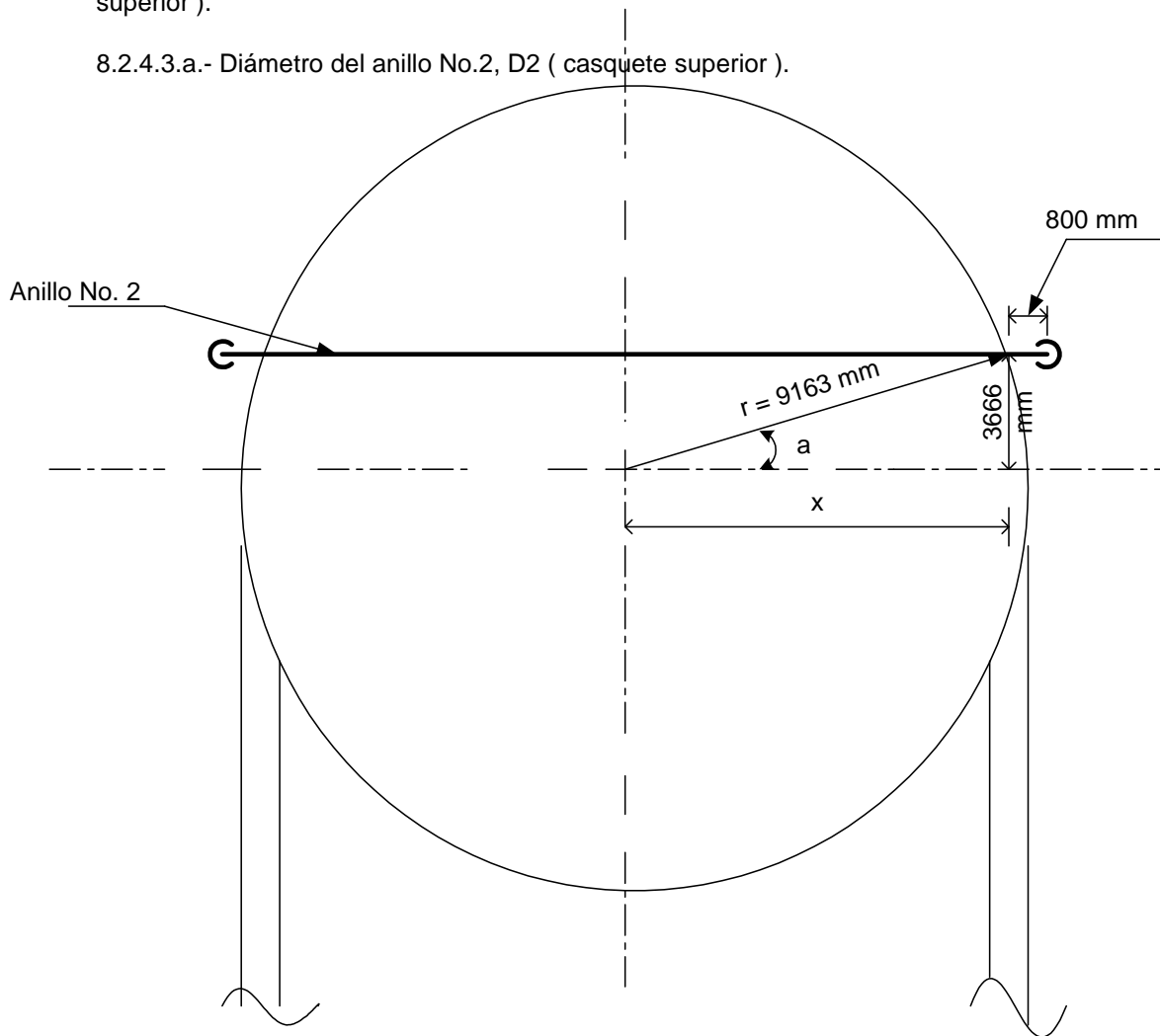
Ingeniería y Administración de Proyectos	MEMORIA DE CALCULO RED CONTRA INCENDIO	No. MC-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

8.2.1.2.f.- Disposición de espreas en el anillo No. 1 del casquete inferior y disposición de espreas en el anillo No. 1 del casquete inferior para los soportes de la esfera.

Ingeniería y Administración de Proyectos	MEMORIA DE CALCULO RED CONTRA INCENDIO	No. MC-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

8.2.4.3.- TE-102 / 103. Soporte técnico para el número de boquillas en el anillo No. 2 (casquete superior).

8.2.4.3.a.- Diámetro del anillo No.2, D2 (casquete superior).



ELEVACION

$$\text{Arc sen } a = 3666 / 9163$$

$$\text{Arc sen } a = 0.4$$

$$a = 23.584^\circ$$

$$\text{Cos } a = x / 9163$$

$$x = \text{Cos} (23.584^\circ) * 9163$$

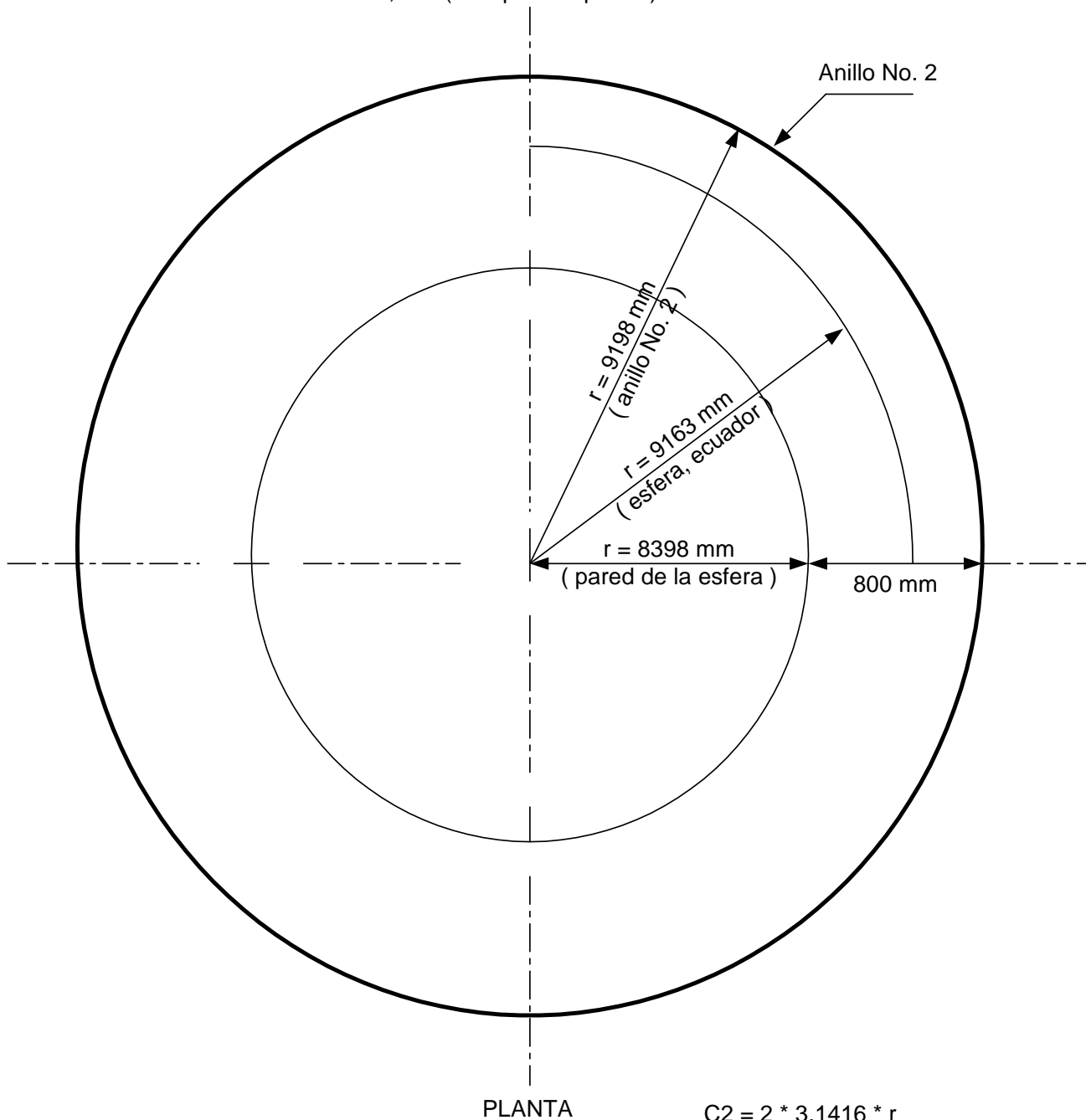
$$x = 8398 \text{ mm}$$

$$D2 = (2 * x) + 1600$$

$$D2 = 18396 \text{ mm}$$

Ingeniería y Administración de Proyectos	MEMORIA DE CALCULO RED CONTRA INCENDIO	No. MC-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

8.2.4.3.b.- Perimetro del anillo No. 2; C2 (casquete superior).



$$C2 = 2 * 3.1416 * r$$

$$C2 = 2 * 3.1416 * 9198 \text{ mm}$$

$$C2 = 57793 \text{ mm}$$

Ingeniería y Administración de Proyectos	MEMORIA DE CALCULO RED CONTRA INCENDIO	No. MC-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

8.2.1.3.c.- Cantidad de espreas requeridas (NE2) en el anillo No.2 (casquete superior).

De:

$$X = 1.85 (d * \text{tang } a)$$

Con $d = 800 \text{ mm}$ y $a = 56^\circ$, tenemos:

$$X = 1.85 (800 * \text{tang } (56^\circ))$$

$$X = 1.85 (800 * 1.48256)$$

$$X = 1.85 * 1186$$

$$X = 2194 \text{ mm (sin traslape este valor es igual a } 2372 \text{ mm)}$$

Puesto que la cantidad de espreas requeridas esta dada por la relación,

$$NE2 = C2 / X, \text{ tenemos (con } X = 2372 \text{)}$$

$$NE2 = 57793 / 2372$$

$$NE2 = 24.36 (\text{dígase } 24 \text{ espreas }).$$

Dado que se están definiendo 24 espreas para diseño, la separación requerida entre las mismas será de:

$$X = C2 / NE2, \text{ esto es:}$$

$$X = 57793 / 24$$

$$X = 2408 \text{ mm}$$

En el siguiente apartado (8.2.1.3.d) se muestra la disposición de estas espreas en el anillo No. 2 del casquete superior.

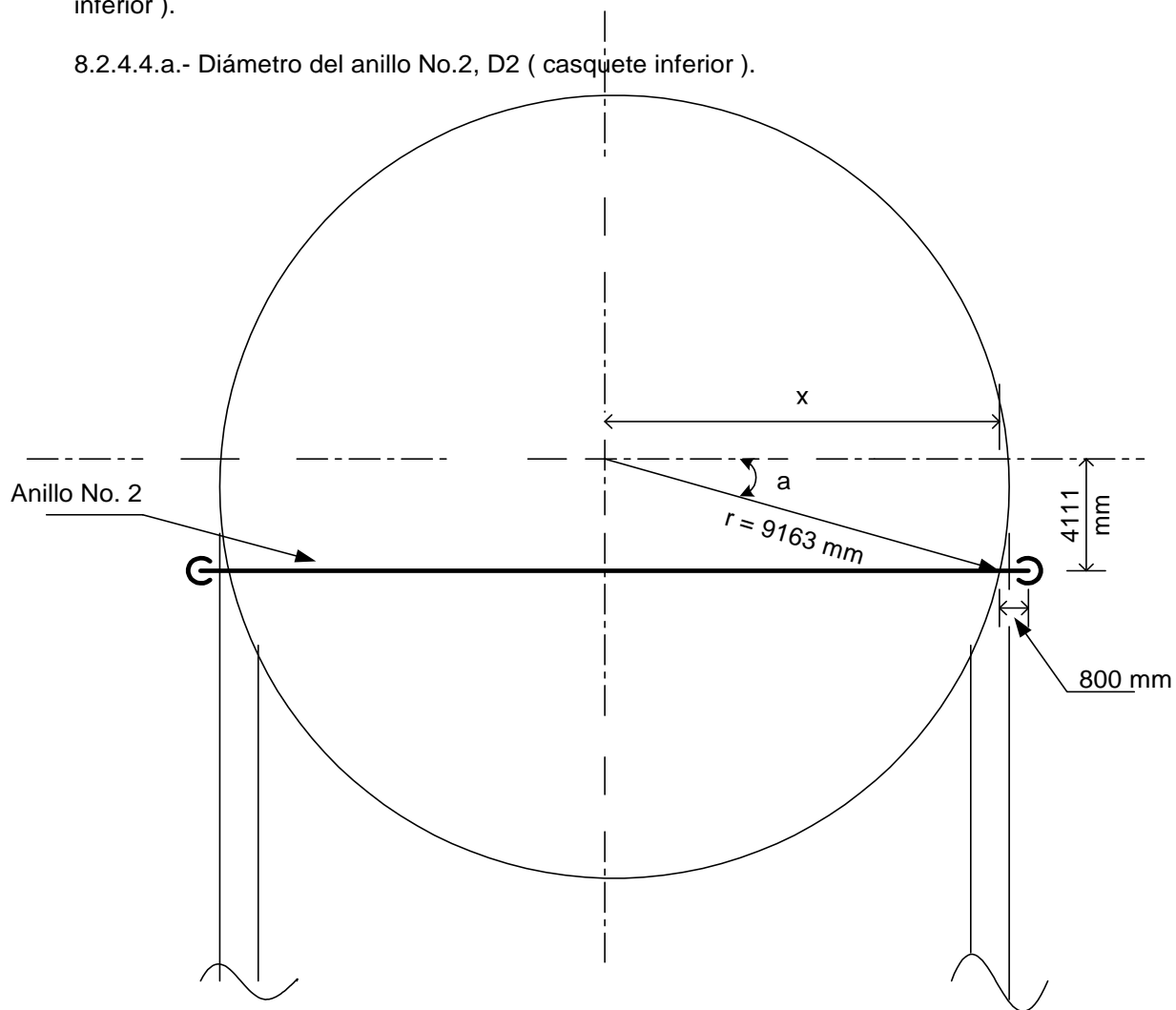
Ingeniería y Administración de Proyectos	MEMORIA DE CALCULO RED CONTRA INCENDIO	No. MC-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

8.2.1.3.d.- Disposición de espreas en el anillo No. 2 del casquete superior.

Ingeniería y Administración de Proyectos	MEMORIA DE CALCULO RED CONTRA INCENDIO	No. MC-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

8.2.4.4.- TE-102 / 103. Soporte técnico para el número de boquillas en el anillo No. 2 (casquete inferior).

8.2.4.4.a.- Diámetro del anillo No.2, D2 (casquete inferior).



ELEVACION

$$\text{Arc sen } a = 4111 / 9163$$

$$\text{Arc sen } a = 0.44865$$

$$a = 26.657^\circ$$

$$\text{Cos } a = x / 9163$$

$$x = \text{Cos} (26.657^\circ) * 9163$$

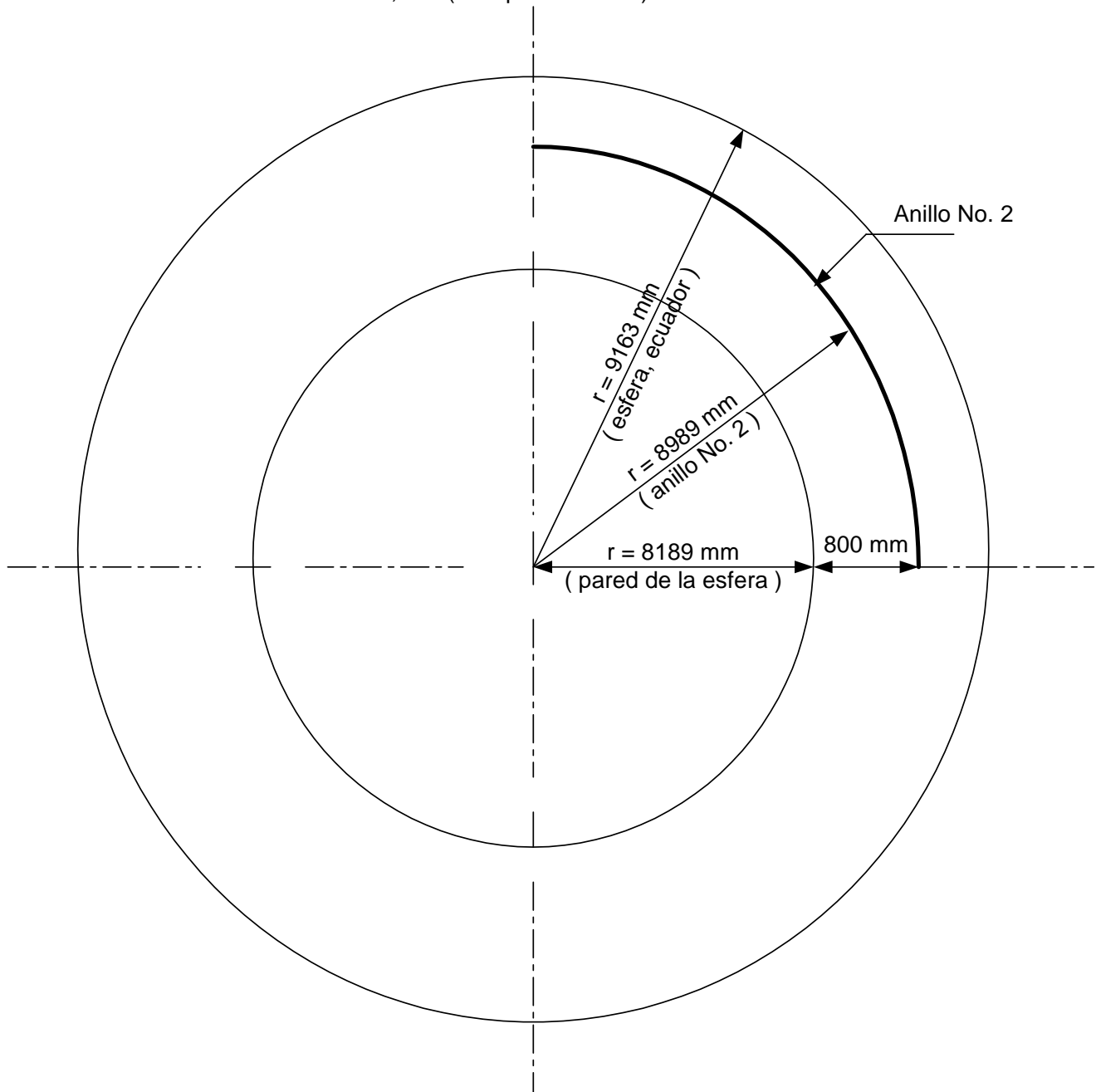
$$x = 8189 \text{ mm}$$

$$D2 = (2 * x) + 1600$$

$$D2 = 17978 \text{ mm}$$

Ingeniería y Administración de Proyectos	MEMORIA DE CALCULO RED CONTRA INCENDIO	No. MC-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

8.2.4.4.b.- Perimetro del anillo No. 2; C2 (casquete inferior).



PLANTA

$$C2 = 2 * 3.1416 * r$$

$$C2 = 2 * 3.1416 * 8989 \text{ mm}$$

$$C2 = 56480 \text{ mm}$$

Ingeniería y Administración de Proyectos	MEMORIA DE CALCULO RED CONTRA INCENDIO	No. MC-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

8.2.1.4.c.- Cantidad de espreas requeridas (NE2) en el anillo No.2 (casquete inferior).

De:

$$X = 1.85 (d * \text{tang } a)$$

Con $d = 800 \text{ mm}$ y $a = 56^\circ$, tenemos:

$$X = 1.85 (800 * \text{tang } (56^\circ))$$

$$X = 1.85 (800 * 1.48256)$$

$$X = 1.85 * 1186$$

$$X = 2194 \text{ mm (sin traslape este valor es igual a } 2372 \text{ mm)}$$

Puesto que la cantidad de espreas requeridas esta dada por la relación,

$$NE2 = C2 / X, \text{ tenemos (con } X = 2372 \text{)}$$

$$NE2 = 56480 / 2372$$

$$NE2 = 23.8 (\text{dígase } 24 \text{ espreas }).$$

Dado que se están definiendo 24 espreas para diseño, la separación requerida entre las mismas será de:

$$X = C2 / NE2, \text{ esto es:}$$

$$X = 56480 / 24$$

$$X = 2353.5 \text{ mm}$$

En el siguiente apartado (8.2.1.4.d) se muestra la disposición de estas espreas en el anillo No. 2 del casquete inferior.

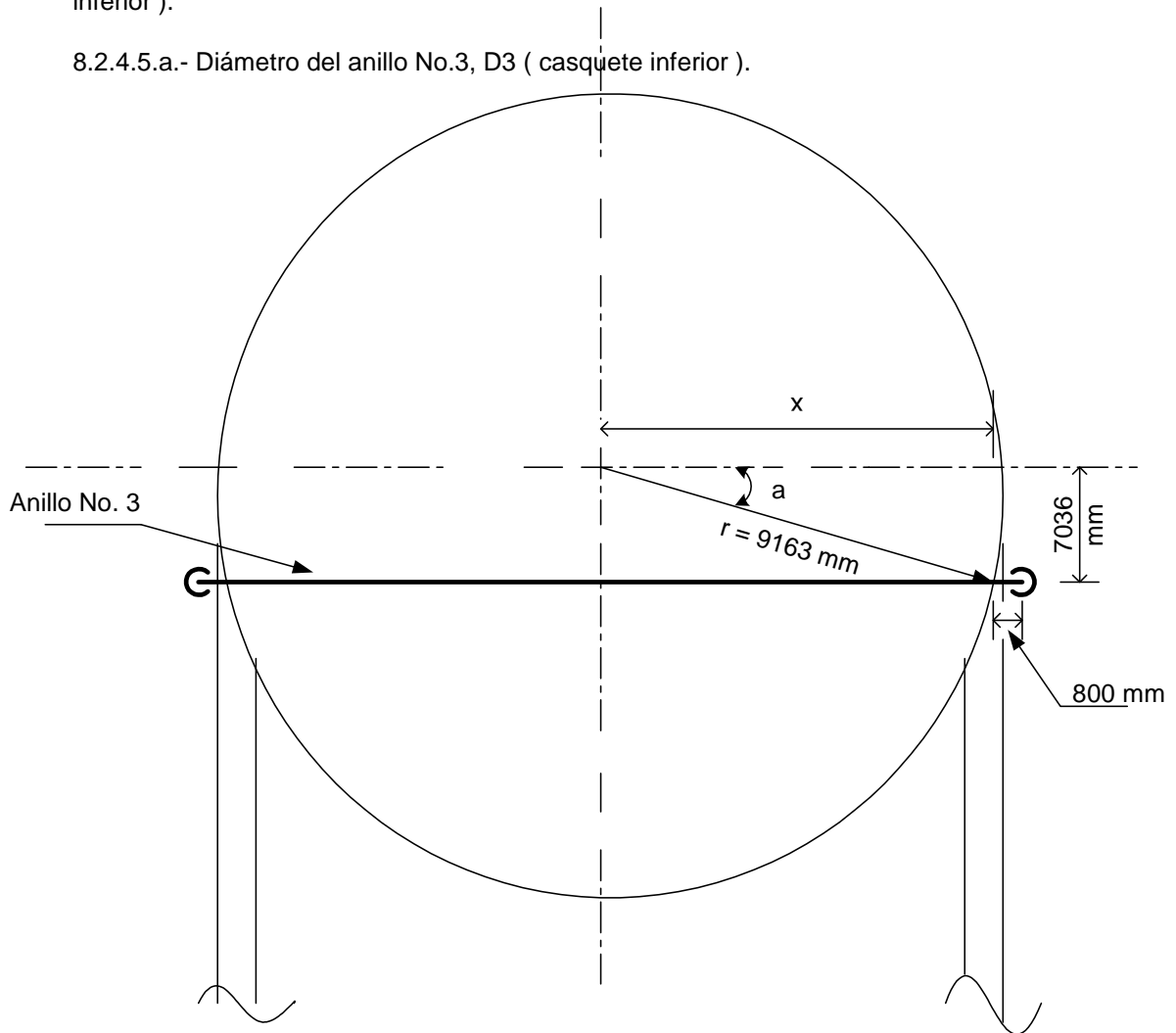
Ingeniería y Administración de Proyectos	MEMORIA DE CALCULO RED CONTRA INCENDIO	No. MC-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

8.2.1.4.d.- Disposición de espreas en el anillo No. 2 del casquete inferior.

Ingeniería y Administración de Proyectos	MEMORIA DE CALCULO RED CONTRA INCENDIO	No. MC-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

8.2.4.5.- TE-102 / 103. Soporte técnico para el número de boquillas en el anillo No. 3 (casquete inferior).

8.2.4.5.a.- Diámetro del anillo No.3, D3 (casquete inferior).



ELEVACION

$$\text{Arc sen } a = 7036 / 9163$$

$$\text{Arc sen } a = 0.76787$$

$$a = 50.163^\circ$$

$$\text{Cos } a = x / 9163$$

$$x = \text{Cos} (50.163^\circ) * 9163$$

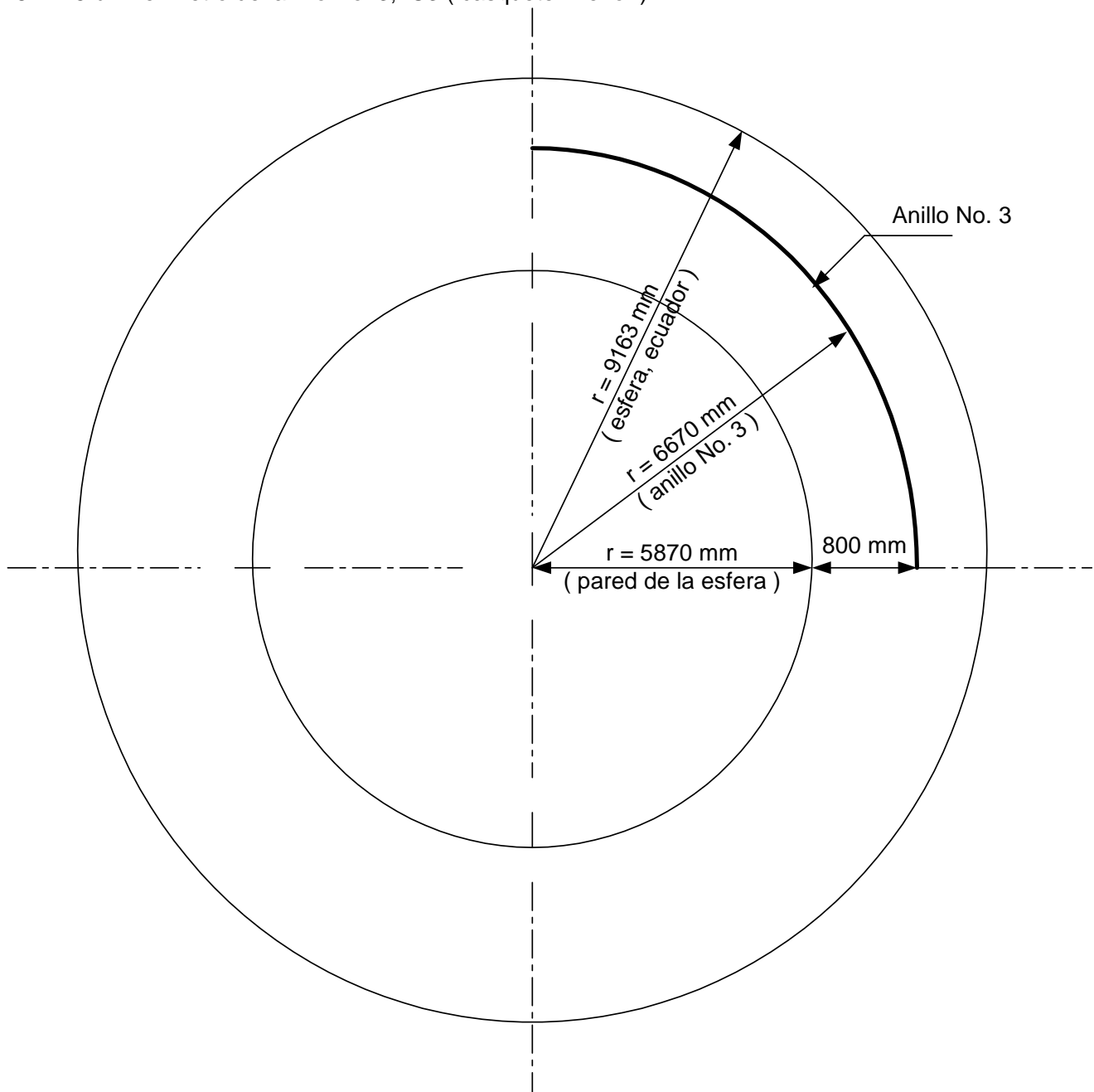
$$x = 5870 \text{ mm}$$

$$D2 = (2 * x) + 1600$$

$$D2 = 13340 \text{ mm}$$

Ingeniería y Administración de Proyectos	MEMORIA DE CALCULO RED CONTRA INCENDIO	No. MC-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

8.2.4.5.b.- Perimetro del anillo No. 3; C3 (casquete inferior).



PLANTA

$$C3 = 2 * 3.1416 * r$$

$$C3 = 2 * 3.1416 * 6670 \text{ mm}$$

$$C3 = 41909 \text{ mm}$$

Ingeniería y Administración de Proyectos	MEMORIA DE CALCULO RED CONTRA INCENDIO	No. MC-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

8.2.1.5.c.- Cantidad de espreas requeridas (NE3) en el anillo No.3 (casquete inferior).

De:

$$X = 1.85 (d * \text{tang } a)$$

Con $d = 800 \text{ mm}$ y $a = 56^\circ$, tenemos:

$$X = 1.85 (800 * \text{tang } (56^\circ))$$

$$X = 1.85 (800 * 1.48256)$$

$$X = 1.85 * 1186$$

$$X = 2194 \text{ mm (sin traslape este valor es igual a } 2372 \text{ mm)}$$

Puesto que la cantidad de espreas requeridas esta dada por la relación,

$$NE3 = C3 / X, \text{ tenemos (con } X = 2194 \text{)}$$

$$NE3 = 41909 / 2194$$

$$NE3 = 19.1 (\text{dígase } 20 \text{ espreas }).$$

Dado que se están definiendo 20 espreas para diseño, la separación requerida entre las mismas será de:

$$X = C3 / NE3, \text{ esto es:}$$

$$X = 41909 / 20$$

$$X = 2095.5 \text{ mm}$$

En el siguiente apartado (8.2.1.5.d) se muestra la disposición de estas espreas en el anillo No. 3 del casquete inferior.

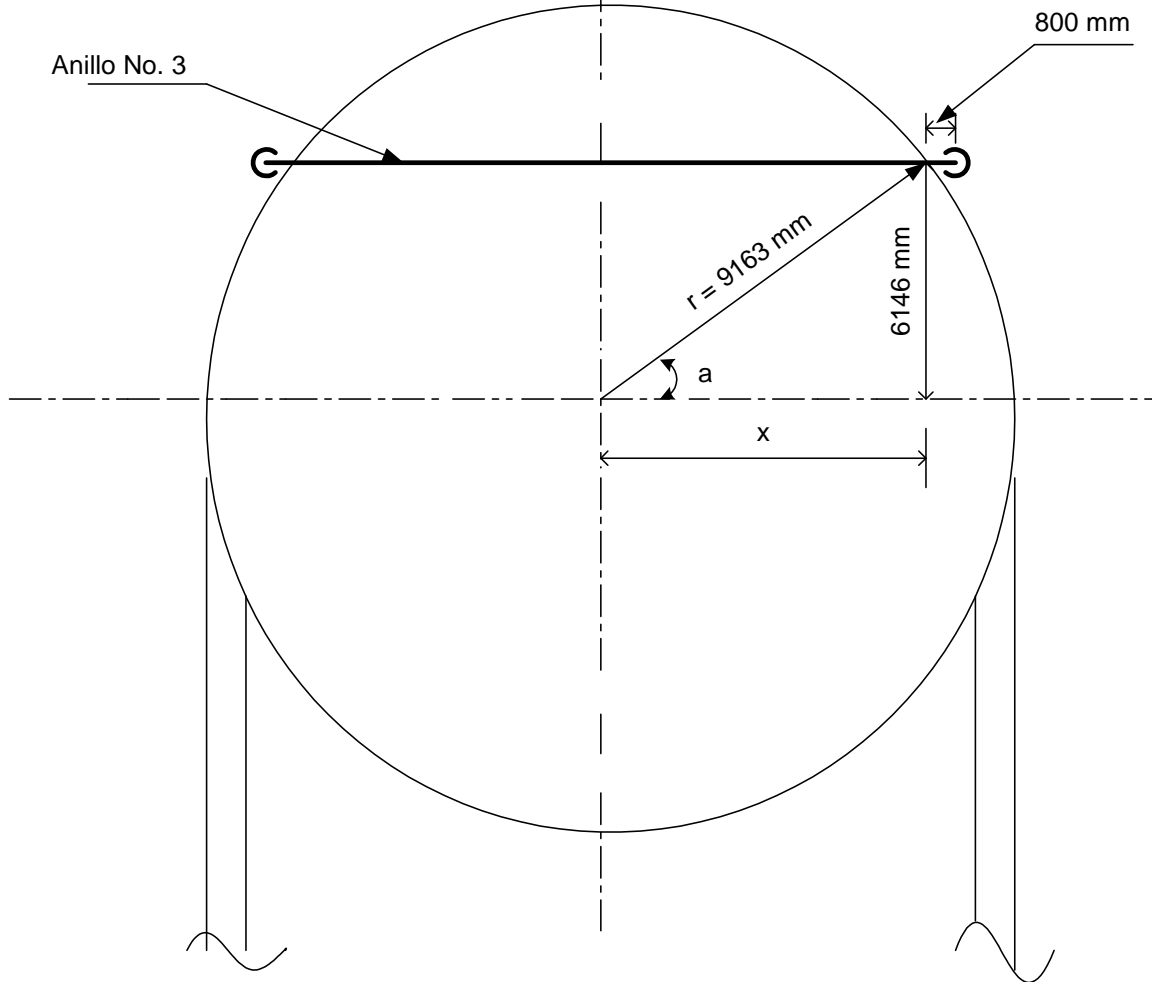
Ingeniería y Administración de Proyectos	MEMORIA DE CALCULO RED CONTRA INCENDIO	No. MC-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

8.2.1.5.d.- Disposición de espreas en el anillo No. 3 del casquete inferior.

Ingeniería y Administración de Proyectos	MEMORIA DE CALCULO RED CONTRA INCENDIO	No. MC-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

8.2.4.6.- TE-102 / 103. Soporte técnico para el número de boquillas en el anillo No. 3 (casquete superior).

8.2.4.6.a.- Diámetro del anillo No.3, D3 (casquete superior).



ELEVACION

$$\text{Arc sen } a = 6146 / 9163$$

$$\text{Arc sen } a = 0.670741$$

$$a = 42.1243^\circ$$

$$\text{Cos } a = x / 9163$$

$$x = \text{Cos} (42.1243^\circ) * 9163$$

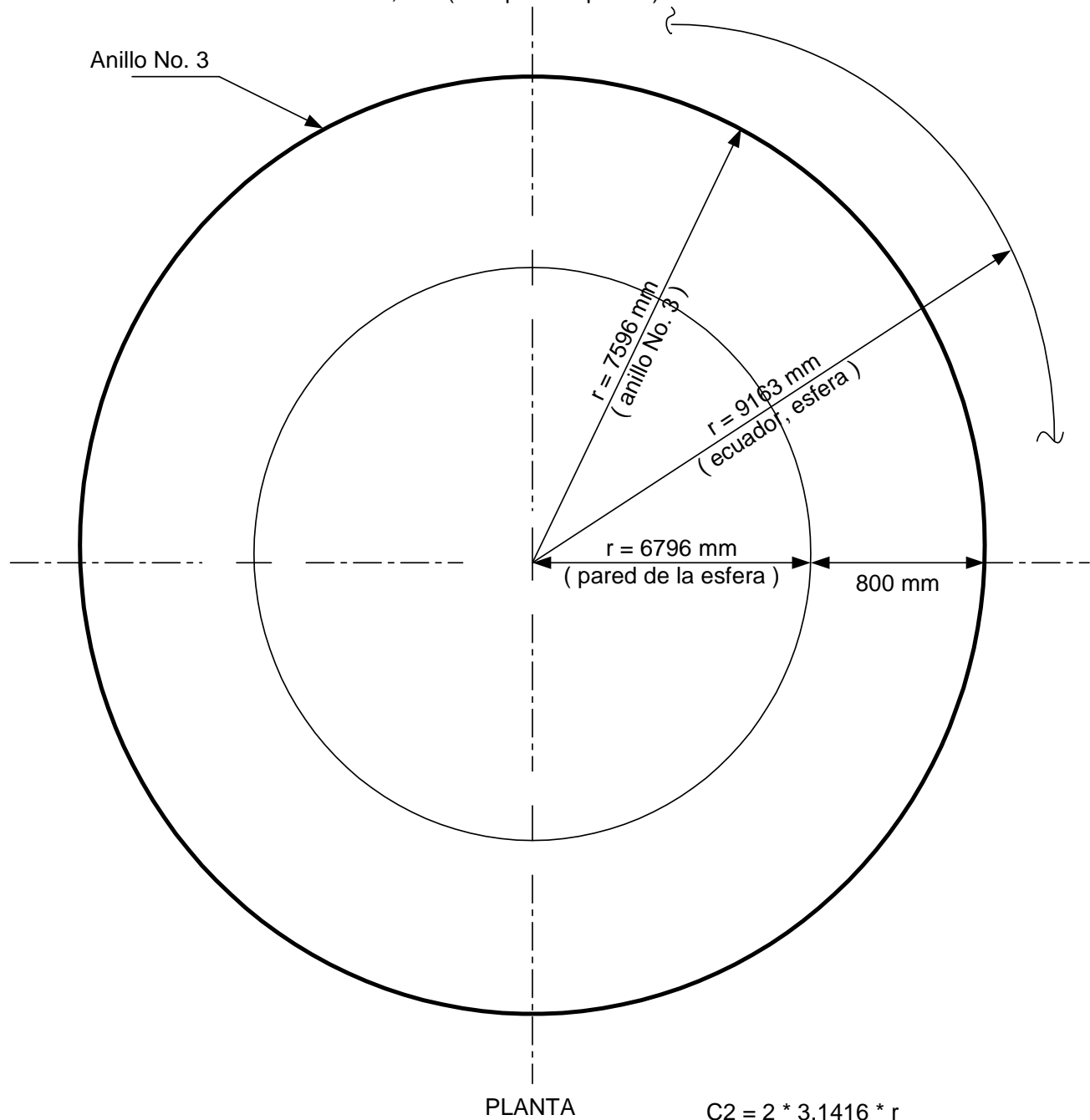
$$x = 6796 \text{ mm}$$

$$D2 = (2 * x) + 1600$$

$$D2 = 15192 \text{ mm}$$

Ingeniería y Administración de Proyectos	MEMORIA DE CALCULO RED CONTRA INCENDIO	No. MC-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

8.2.4.6.b.- Perimetro del anillo No. 3; C3 (casquete superior).



$$C2 = 2 * 3.1416 * r$$

$$C2 = 2 * 3.1416 * 7596 \text{ mm}$$

$$C2 = 47727 \text{ mm}$$

Ingeniería y Administración de Proyectos	MEMORIA DE CALCULO RED CONTRA INCENDIO	No. MC-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

8.2.1.6.c.- Cantidad de espreas requeridas (NE3) en el anillo No.3 (casquete superior).

De:

$$X = 1.85 (d * \text{tang } a)$$

Con $d = 800 \text{ mm}$ y $a = 56^\circ$, tenemos:

$$X = 1.85 (800 * \text{tang } (56^\circ))$$

$$X = 1.85 (800 * 1.48256)$$

$$X = 1.85 * 1186$$

$$X = 2194 \text{ mm (sin traslape este valor es igual a } 2372 \text{ mm)}$$

Puesto que la cantidad de espreas requeridas esta dada por la relación,

$$NE3 = C3 / X, \text{ tenemos (con } X = 2372 \text{)}$$

$$NE3 = 47727 / 2372$$

$$NE3 = 20.121 (\text{dígase } 20 \text{ espreas }).$$

Dado que se están definiendo 20 espreas para diseño, la separación requerida entre las mismas será de:

$$X = C3 / NE3, \text{ esto es:}$$

$$X = 47727 / 20$$

$$X = 2386.5 \text{ mm}$$

En el siguiente apartado (8.2.1.6.d) se muestra la disposición de estas espreas en el anillo No. 3 del casquete superior.

Ingeniería y Administración de Proyectos	MEMORIA DE CALCULO RED CONTRA INCENDIO	No. MC-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

8.2.1.6.d.- Disposición de espreas en el anillo No. 3 del casquete superior.

Ingeniería y Administración de Proyectos	MEMORIA DE CALCULO RED CONTRA INCENDIO	No. MC-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

8.2.1.7.- TE-102 / 103. Soporte técnico para el número de boquillas en anillo inferior (casquete inferior).

8.2.1.7.a.- Diámetro del anillo inferior, D4 (casquete inferior).

El flujo mínimo requerido para proteger esta zona (parte baja del casquete inferior) es de 128 gpm, es decir el flujo que darían 4 espreas del modelo 1-HH-11W de Spraying System (32 gpm c/u @ 80 psig), lo cual se cubre sobradamente con 8 espreas del modelo ¾ - HH – 6W, ya que a 80 psig, tenemos 140 gpm (8 * 17.5 gpm), de aquí que se establezca que el perímetro del anillo (C4) para proteger este sector sea el correspondiente a cuatro veces la distancia entre boquillas sin considerar traslape, esto es:

$$C4 = 4 * 2372 \text{ mm (véase por ejemplo: 8.2.1.6.c)}$$

$$C4 = 9488 \text{ mm, valor que sustituido en:}$$

$$D4 = 2r = 2 * (C4 / (2 * 3.1416)), \text{ obtenemos}$$

$$D4 = 3020 \text{ mm.}$$

8.2.1.7.b.- Disposición de espreas en el anillo inferior (casquete inferior).

Como se explicó en el punto anterior, se requieren 8 espreas del modelo ¾ -HH-6W para proteger este sector por lo que la separación (en el anillo inferior) entre las mismas simplemente será la que se obtiene de dividir el perímetro del anillo entre las 8 espreas, esto es:

$$X = 9488 / 8$$

$$X = 1186 \text{ mm}$$

lo cual se ilustra en el siguiente apartado (8.2.1.7.c).

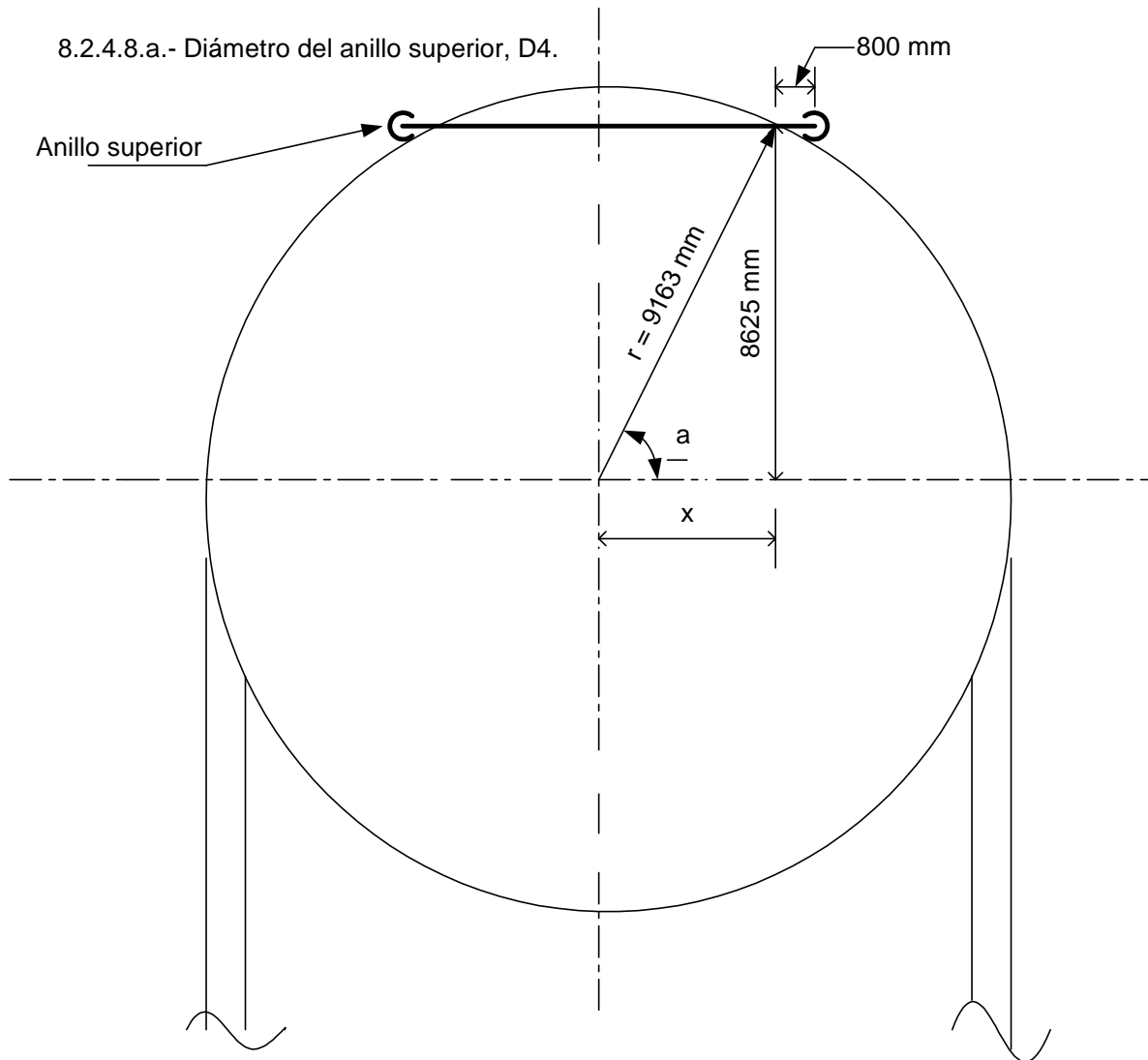
Ingeniería y Administración de Proyectos	MEMORIA DE CALCULO RED CONTRA INCENDIO	No. MC-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

8.2.1.7.c.- Disposición de espreas en el anillo inferior.

Ingeniería y Administración de Proyectos	MEMORIA DE CALCULO RED CONTRA INCENDIO	No. MC-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

8.2.4.8.- TE-102 / 103. Soporte técnico para el número de boquillas en el anillo superior.

8.2.4.8.a.- Diámetro del anillo superior, D4.



ELEVACION

$$\text{Arc sen } a = 8625 / 9163$$

$$\text{Arc sen } a = 0.941285$$

$$a = 70.2686^\circ$$

$$\text{Cos } a = x / 9163$$

$$x = \text{Cos} (70.2686^\circ) * 9163$$

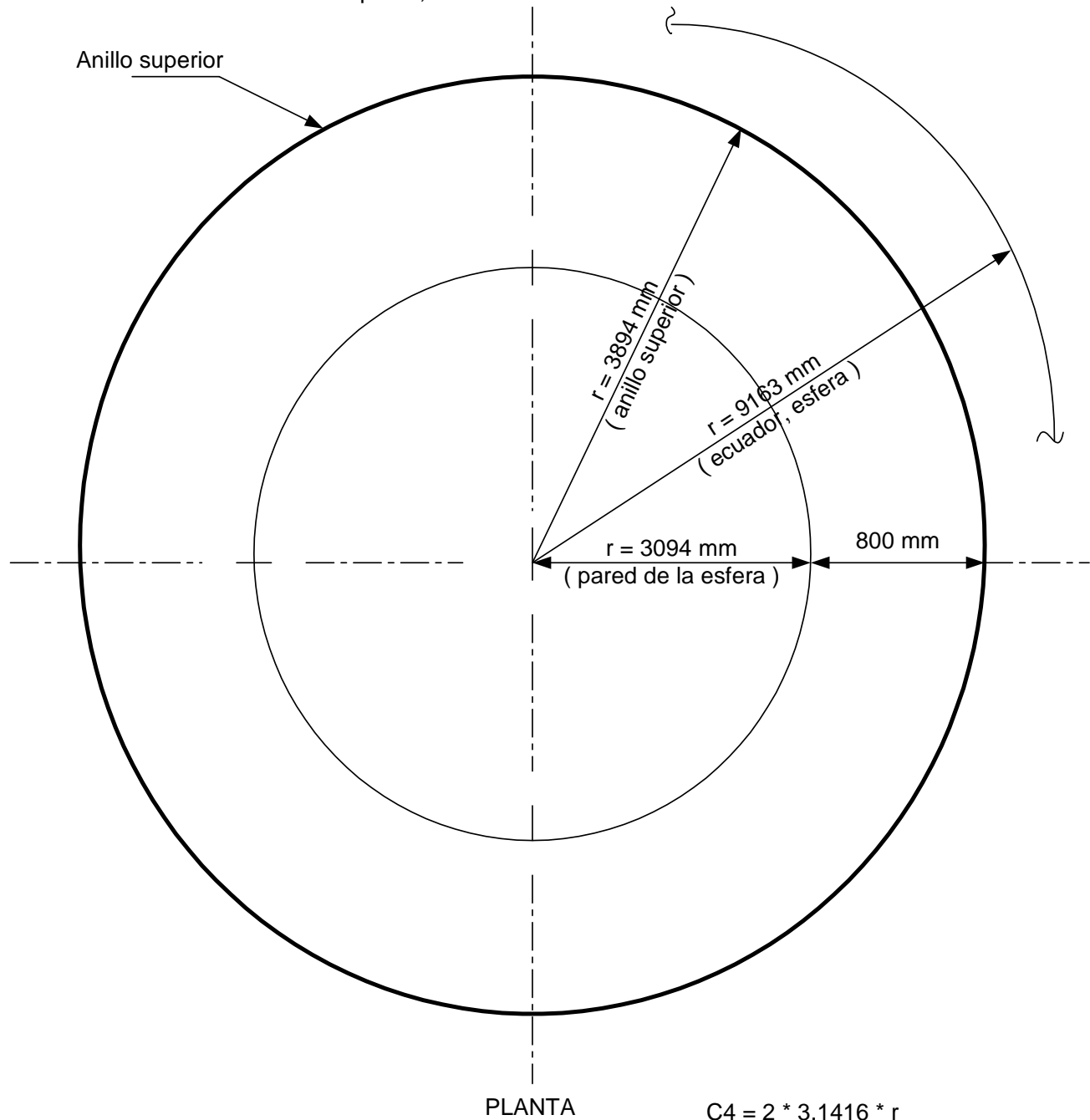
$$x = 3094 \text{ mm}$$

$$D2 = (2 * x) + 1600$$

$$D2 = 7788 \text{ mm}$$

Ingeniería y Administración de Proyectos	MEMORIA DE CALCULO RED CONTRA INCENDIO	No. MC-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

8.2.4.8.b.- Perimetro del anillo superior; C4.



$$C4 = 2 * 3.1416 * r$$

$$C4 = 2 * 3.1416 * 3894 \text{ mm}$$

$$C4 = 24467 \text{ mm}$$

Ingeniería y Administración de Proyectos	MEMORIA DE CALCULO RED CONTRA INCENDIO	No. MC-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

8.2.1.8.c.- Cantidad de espreas requeridas (NE4) en el anillo superior.

De:

$$X = 1.85 (d * \text{tang } a)$$

Con $d = 800 \text{ mm}$ y $a = 56^\circ$, tenemos:

$$X = 1.85 (800 * \text{tang } (56^\circ))$$

$$X = 1.85 (800 * 1.48256)$$

$$X = 1.85 * 1186$$

$$X = 2194 \text{ mm (sin traslape este valor es igual a } 2372 \text{ mm)}$$

Puesto que la cantidad de espreas requeridas esta dada por la relación,

$$NE4 = C4 / X, \text{ tenemos (con } X = 2194 \text{)}$$

$$NE4 = 24467 / 2372$$

$$NE4 = 11.5 (\text{dígase } 12 \text{ espreas }).$$

Dado que se están definiendo 12 espreas para diseño, la separación requerida entre las mismas será de:

$$X = C4 / NE4, \text{ esto es:}$$

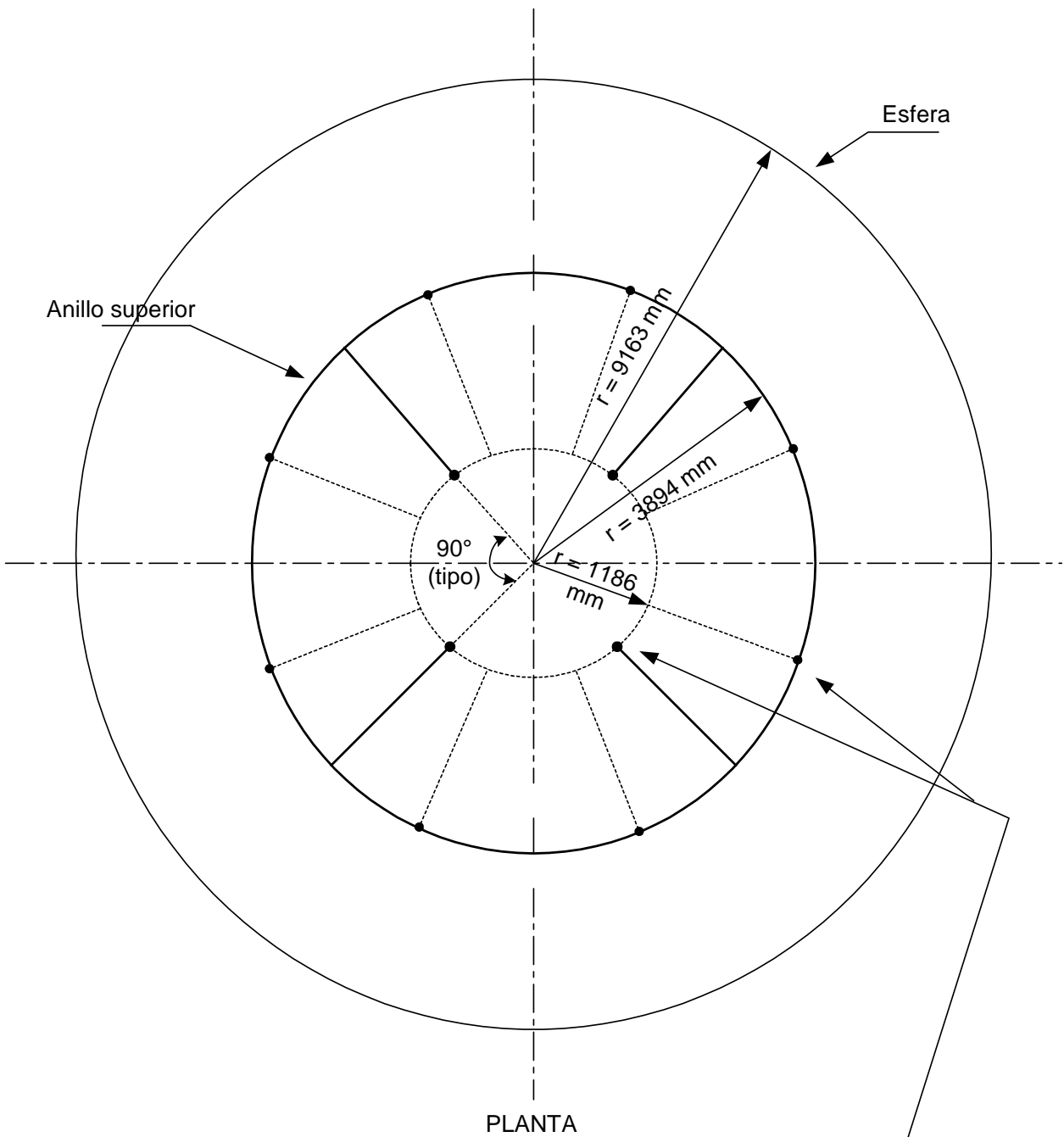
$$X = 24467 / 12$$

$$X = 2039 \text{ mm}$$

En el siguiente apartado (8.2.1.8.d) se muestra la disposición de estas espreas en el anillo superior. Cabe aclarar que 4 de estas espreas se acercarán lo más posible al centro del casquete de la esfera para cubrirlo y las 8 restantes se localizarán en el perímetro del anillo

Ingeniería y Administración de Proyectos	MEMORIA DE CALCULO RED CONTRA INCENDIO	No. MC-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

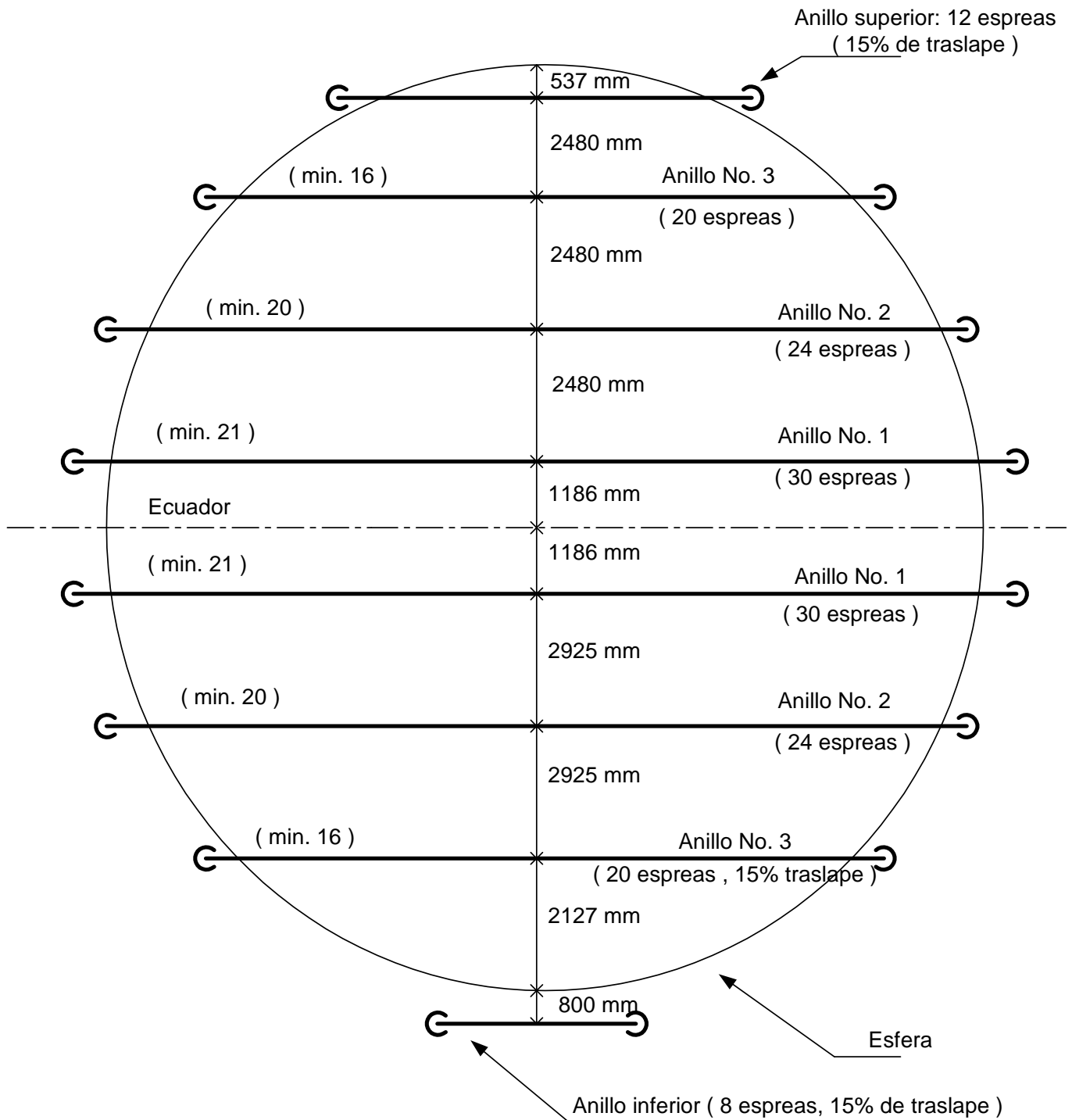
8.2.4.8.d.- TE-102 / 103. Disposición de espreas en anillo superior.



12 boquillas, mod. 3/4-HH 6W

Ingeniería y Administración de Proyectos	MEMORIA DE CALCULO RED CONTRA INCENDIO	No. MC-S-001
		REV. A
		Fecha: ENE-2008

8.2.4.9.- TE- 102 / 103. Disposición de anillos en esfera.



V. Hojas de Datos

	<i>Facultad de Química</i>	No: DHD-A-031
	PLANTAS CRIOGÉNICAS	Rev. 0 Fecha: 10-Feb-08

**HOJA DE DATOS
BOMBA DE AGUA CONTRA INCENDIO**

PROYECTO: PLANTAS CRIOGÉNICAS

0	Aprobado para diseño	10-Feb-2008	
A	Para revisión y comentarios	17-Ene-08	
REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	FIRMA

	HOJA DE DATOS				INGENIERÍA	
					SEGURIDAD	
	ELABORÓ: ALR	REVISÓ ALR	APROBO	REVISIÓN 0	FECHA 10-Feb-08	

**FIRE WATER PUMP
DATA SHEET**

Contract:
 Item No.: BA-500 / BA-501 / BA-502 / 503R
 Unit: _____
 P.O. No.: _____
 Data sheet No.: **DHD - A - 031**
 Engineer: _____
 Process:

By:	Rev:	Date:
ALR		10/02/08

 Mech: _____
 Sheet No.: 1 of 2

Note: ① Indicates Information To Be Completed by Purchaser ② By Vendor ③ By Manufacturer or Purchaser																
Client: Petroquímica Básica Plant: Plantas Criogenicas No. Pumps Req'd: 4 (Four)	Driver: Motor ② (Three) Turbine ② Engine ② (One)															
Site: Tamps., Méx.	Furnished By: Pump Mfr. (BA-500, 501, 502)															
Service: Fire Water Pump	Furnished By: _____															
Pump Mfr.: ② _____ Size and Model: ② _____	Furnished By: Pump Mfr.(BA-503R)															
GENERAL																
Applicable Specs: ① NFPA 20 ① Other <input checked="" type="checkbox"/> FM UL Listed / FM Approved	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Nozzle</th> <th>Size</th> <th>Rating</th> <th>Facing</th> <th>Location</th> </tr> <tr> <td>Suction</td> <td></td> <td>150 #</td> <td>RF</td> <td>Horizontal</td> </tr> <tr> <td>Discharge</td> <td></td> <td>150 #</td> <td>RF</td> <td>Horizontal</td> </tr> </table>	Nozzle	Size	Rating	Facing	Location	Suction		150 #	RF	Horizontal	Discharge		150 #	RF	Horizontal
Nozzle	Size	Rating	Facing	Location												
Suction		150 #	RF	Horizontal												
Discharge		150 #	RF	Horizontal												
Label Required: <input checked="" type="checkbox"/> Yes ① No	Case-mount: ② Centerline ② Foot ② Bracket															
Environment: ① Indoors ① Outdoors Elev.: 34 m	-Split: ② Axial ② Radial															
Ambient Temp: °C Min -10 Max 45 Wet Bulb _____	-Pressure: ② Max Allowed ② Hydrotest _____															
Protection Req'd.: ① Winterization ① Tropicalization	Impeller Dia.: ② Rated ② Max. _____															
① Other _____	Bearing-Type: ② Radial Ball ② Thrust Ball															
Pump ① Horiz. ① Vert. Gear: ① Yes ① No	Lube: ② Grease ② Oil Ring _____															
OPERATING CONDITIONS																
Liquid: Water Flow: 454.25 m ³ /hr	Packing: ② Free asbestos Model Universal Joint (Diesel/Drive)															
Temp.: 25 (Max. 40) °C Disch. Press.: 10.55 kg/cm ² g	Mech. Seal: ② Mfr., Mod. & Mtl. N.A.															
Sp. Gr.: 1 Suct. Press.: 0.0 kg/cm ² g	Impeller Type: Closed															
Vap. Press.: 0.032 kg/cm² a Diff. Head: 105.6 m	① Materials: _____															
NPSHA: 6.1 m Hyd.: 130.5 kW	② Case Cast Iron ② Shaft AISI 4140															
PUMP PERFORMANCE																
② Proposal Curve No. _____ Critical Speed _____	② Impeller Bronze ② Sleeve BRONZE or SIMILAR															
② RPM _____ ② Eff. _____ ② NPSHR _____ m	② Wear Parts Bronze ② Gland _____															
② Max. ΔP _____ kg/cm ² ② Rated _____ kW	② Seal Ring _____ Radial Bearing: _____															
② Submerged Req. N/A m ② Max. _____ kW	② Base Plate Carbon Steel with drip rim															
② Test: See 2.4.8. In ESP-A-1240 PEMEX's specification.	VERTICAL PUMP CONSTRUCTION															
RIGHT ANGLE GEAR																
② Rated _____ HP ① Item No. _____	① Sump Depth _____ ft															
② Max _____ HP ② Service Factor _____	Disch. Nozzle: ① Above _____ ① Below Surface _____															
② RPM In _____ ② RPM Out _____ ② Ratio _____	② Size _____ ② Rating _____ ② Facing _____															
② Vert. Thrust Up _____ Dn _____ lbf ② Eff. _____	Column Pipe: ② Flanged ② Threaded															
② Lubrication _____	Line Shaft: ② Open ② Enclosed															
② MFR _____ ② Model & Size _____	Impeller Dia.: ② Rated _____ ② Max _____															
STEAM TURBINE DRIVER																
② Rated _____ HP ② RPM _____ ① Item No. _____	Coupling: ② Mfr ② Model _____															
② Mfr. _____ ② Model & Size _____	Packing: ② Mfr & Mtl _____															
Steam: ① Inlet _____ psig ① Inlet Temp. _____ °F	Mech. Seal: ② Mfr., Mod. & Mtl _____															
① Exh. _____ psig ② Rate _____ lb/HP-h	① Materials: _____															
Comments: _____																
1. PUMP MANUFACTURER SHALL FURNISH THE FOLLOWING FITTINGS OR ACCESSORIES: SUCTION GAUGE, DISCHARGE PRESS. GAUGE, AUTOMATIC AIR RELEASE VALVE, RELEASE VALVE, ECCENTRIC SUCTION REDUCER, CONCENTRIC DISCH. INCREASER, WASTE CONE WITH SIGHT GLASS AND FLOW INDICATOR AS PER NFPA-20.																
2. CONTROL PANEL SHALL BE SUPPLIED BY PUMP VENDOR.																
REVISION LOG																
REVISION	ISSUE STATUS	DATE	BY	CHK'D	APP'D											
A	Para revisión y comentarios	17/01/2008	ALR													
0	Aprobado para diseño	10/02/2008	ALR													

FIRE WATER PUMP DATA SHEET

Contract:
Item No.: BA-500 / BA-501 / BA-502 / 503R
Unit:
P.O. No.:
Data sheet No.: DHD - A - 031
Engineer:
Process: ALR
Mech:
Sheet No.: 2 of 2

Form with sections: ELECTRIC DRIVER, ENGINE DRIVER, ELECTRIC MOTOR CONTROLLER, ENGINE DRIVE CONTROLLER. Includes fields for HP, RPM, Model, Frame, Volts/Ph./Hz, Lube, Grease, Mfr, No. Of Cylinders, Governor, Start, Shutdown, Instruments Panel, Cooling, Battery, Fuel System, Air Start, Exhaust Silencer, Fuel Tank, Fuel Consumption, and Comments.

1.- Specification No. ESP-A-1240 (Bombas de Agua Contra Incendio) is applicable.

2.- Specification No. ESP-H-2400 Rev.1 (Electrical Design Requirements for Mechanical Equipment) is applicable.

	<i>Facultad de Química</i>	No: DHD-A-032
	PLANTAS CRIOGÉNICAS	Rev. 0 Fecha: 10-Feb-08

**HOJA DE DATOS
BOMBA JOCKEY DE AGUA CONTRA INCENDIO**

PROYECTO: PLANTAS CRIOGÉNICAS

0	Aprobado para diseño	10-Feb-2008	
A	Para revisión y comentarios	17-Ene-08	
REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	FIRMA

	HOJA DE DATOS				INGENIERÍA	
					SEGURIDAD	
	ELABORÓ: ALR	REVISÓ ALR	APROBÓ	REVISIÓN 0	FECHA 10-Feb-08	

**FIRE WATER JOCKEY PUMP
DATA SHEET**

Contract: _____
 Item No.: **BA-504**
 Unit: _____
 P.O. No.: _____
 Data sheet No.: **DHD - A - 032**
 Engineer: _____
 Process: _____
 Mech: _____
 Sheet No.: 1 of 2

By:	Rev:	Date:
ALR		02/10/2008

Note: (1) Indicates Information To Be Completed by Purchaser (2) By Vendor (3) By Manufacturer or Purchaser

Client: **Petroquímica Básica** Plant: **Plantas Criogenicas** No. Pumps Req'd: **1 (One)**
 Site: **Tamps., Méx.** Driver: Motor **(One)** Furnished By **Pump Mfr. (BA-504)**
 Service: **Fire Water Pump** Turbine (2) Furnished By _____
 Pump Mfr.: (2) _____ Size and Model: (2) _____ Engine (2) Furnished By _____

GENERAL

Applicable Specs: (1) NFPA 20 FM
 (1) Other _____
 Label Required: Yes (1) No (1) No
 Environment: (1) Indoors (1) Outdoors Elev.: **34** m
 Ambient Temp: °C Min **-10** Max **45** Wet Bulb _____
 Protection Req'd.: (1) Winterization (1) Tropicalization
 (1) Other _____
 Pump (1) Horiz. (1) Vert. Gear: (1) Yes (1) No

HORIZONTAL PUMP CONSTRUCTION

Nozzle	Size	Rating	Facing	Location
Suction		150 #	RF	Horizontal
Discharge		150 #	RF	Vertical

Case-mount: (2) Centerline (2) Foot (2) Bracket
 -Split: (2) Axial (2) Radial
 -Pressure: (2) Max Allowed (2) Hydrotest
 Impeller Dia.: (2) Rated (2) Max.
 Bearing-Type: (2) Radial **Ball** (2) Thrust **Ball**
 Lube: (2) Grease (2) Oil Ring
 Coupling: (2) Mfr. (2) Model
 Packing: (2) Free asbestos Model
 Mech. Seal: (2) Mfr., Mod. & Mtl. **N.A.**
 Impeller Type **Closed**

(1) Materials:
 (2) Case **Cast Iron** (2) Shaft **AISI 4140**
 (2) Impeller **Bronze** (2) Sleeve **BRONZE or SIMILAR**
 (2) Wear Parts **Bronze** (2) Gland _____
 (2) Seal Ring _____ (2) Radial Bearing: _____
 (2) Base Plate **Carbon Steel with drip rim**

OPERATING CONDITIONS

Liquid **Water** Flow **56.8** m3/hr
 Temp. **25 (Max. 40)** °C Disch. Press. **10.55** kg/cm2g
 Sp. Gr. **1** Suct. Press. **0.0** kg/cm2g
 Vap. Press. **0.032 kg/cm2 a** Diff. Head **105.6** m
 NPSHA **6.1** m Hyd. **16.31** kW

PUMP PERFORMANCE

(2) Proposal Curve No. _____ Critical Speed _____
 (2) RPM _____ (2) Eff. _____ (2) NPSHR _____ m
 (2) Max. ΔP _____ kg/cm2 (2) Rated _____ kW
 (2) Submerged Req. **N/A** m (2) Max. _____ kW
 (2) Test: See 2.4.8. In ESP-A-1240 PEMEX's specification.

RIGHT ANGLE GEAR

(2) Rated _____ HP (1) Item No. _____
 (2) Max _____ HP (2) Service Factor _____
 (2) RPM In _____ (2) RPM Out _____ (2) Ratio _____
 (2) Vert. Thrust Up _____ Dn _____ lbf (2) Eff. _____
 (2) Lubrication _____
 (2) MFR _____ (2) Model & Size _____

STEAM TURBINE DRIVER

(2) Rated _____ HP (2) RPM _____ (1) Item No. _____
 (2) Mfr. _____ (2) Model & Size _____
 Steam: (1) Inlet _____ psig (1) Inlet Temp. _____ F
 (1) Exh. _____ psig (2) Rate _____ lb/HP-h

VERTICAL PUMP CONSTRUCTION

(1) Sump Depth _____ ft
 Disch. Nozzle: (1) Above _____ (1) Below Surface _____
 (2) Size _____ (2) Rating _____ (2) Facing _____
 Column Pipe: (2) Flanged (2) Threaded
 Line Shaft: (2) Open (2) Enclosed
 Impeller Dia.: (2) Rated _____ (2) Max _____
 Coupling: (2) Mfr _____ (2) Model _____
 Packing: (2) Mfr & Mtl _____
 Mech. Seal: (2) Mfr., Mod. & Mtl _____

(1) Materials:
 (2) Bowl _____ (2) Shaft _____
 (2) Impeller _____ (2) Sleeve _____
 (2) Suct. Bell _____ (2) Gland _____
 (2) Column _____ (2) Bowl Brg _____
 (2) Head _____ (2) Lineshaft Brg _____
 (2) Strainer _____ (2) Wear Parts _____

Comments:
 1. PUMP MANUFACTURER SHALL FURNISH THE FOLLOWING FITTINGS OR ACCESSORIES: SUCTION GAUGE, DISCHARGE PRESS., AND RELEASE VALVE.
 2. CONTROL PANEL SHALL BE SUPPLIED BY PUMP VENDOR.

REVISION LOG

REVISION	ISSUE STATUS	DATE	BY	CHK'D	APP'D
A	Para revisión y comentarios	17/01/2008	ALR		
0	Aprobado para diseño	10/02/2008	ALR		

**FIRE WATER JOCKEY PUMP
DATA SHEET**

Contract: _____
 Item No.: **BA-504**
 Unit: _____
 P.O. No.: _____
 Data sheet No.: **DHD - A -032**
 Engineer: _____
 Process: _____
 Mech: _____
 Sheet No.: 2 of 2

By:	Rev:	Date:
ALR		10/02/08

<p align="center">ELECTRIC DRIVER</p> <p>EFF. _____ % CRITICAL SPEED _____ SERVICE _____</p> <p>② HP _____ ② RPM _____ ① MODEL _____</p> <p>② Frame _____ ② Volts/Ph./Hz _____</p> <p>② Bearing-Type Ball ② Lube Grease ② Mfr _____</p> <p>② Type Induction ① Encl TEFC ① Insul F</p> <p>② F.L. Amps _____ ② L.R. Amps _____ ② °C Rise _____</p> <p>① VHS ① VSS ② Vert. Thrust Cap. Up/Dn _____ / _____ N</p> <p>② S.F. 1.15 ② Space Heaters: _____ ② Tropicalized: Yes</p> <p align="center">ELECTRIC MOTOR CONTROLLER</p> <p>② Mfr. _____ ② Model No. _____</p> <p>② Automatic ① Non-Automatic ① Ltd. Service</p> <p>② Manual / Remote Start ② Sequential Starting</p> <p>① Deluge System ① Continuous Run Operation</p> <p>① Dry System ② Power Failure Indicator</p> <p>① Minimum Time Run Relay</p> <p>Starting: ② Across The Line ① Reduced Voltage</p> <p>① Circuit Breaker Interrupting Capacity _____</p> <p>① Circuit Breaker Interrupting Current _____</p> <p>Test Connections: ① Terminals ① Test Link</p> <p>① Pump Start On Loss of Alarm Circuit Power ① Enclosure: NEMA 4</p> <p>① Test Recording Gage</p> <p>① Manual Shutdown ① Automatic Shutdown</p> <p>Pressure Switch Settings: ① High _____ ① Low _____</p> <p>Alarms and Signals (On Controller):</p> <p>① Pilot Lamp, A.C. Power Availability</p> <p>① Manual / Automatic Indication</p> <p>Alarms and Signals (Remote):</p> <p>① Common trouble</p> <p>① Pump running</p> <p>① Power failure</p>	<p align="center">ENGINE DRIVER</p> <p>② kW Rated _____ ① RPM _____ ① Model _____</p> <p>② Mfr. _____ ② _____ ② Displ. _____</p> <p>② No. Of Cylinders _____</p> <p>Turbocharged: ② Yes ② No ② Max RPM _____</p> <p>Governor: ① Variable, + _____ %, (-) _____ % ① Constant</p> <p>① Hyd. ① Mech. ① NEMA Class _____</p> <p>② Mfr _____ ② Model _____</p> <p>Start: ① Electric ① Air ① Gas</p> <p>Shutdown: ② Fuel Vented ① Inlet Air</p> <p>② Guaranteed Fuel Rate @ Rated Load _____</p> <p>① Fuel System: _____</p> <p>Instruments Panel: _____</p> <p>Cooling: ① Cooling Water Solenoid Valve</p> <p>② Pump</p> <p>① Thermostatically Controlled Heater</p> <p>To Maintain Engine Temp. Between _____ °C and _____ °C</p> <p>Air Temp Of _____ °C</p> <p>Cooling Piping Loop: _____</p> <p>Battery: ① Lead Acid ① Nickel Cadmium</p> <p>① Earthquake Proof Battery Rack</p> <p>Battery Charge System: _____</p> <p>Air Start: ② _____ kg/cm2 g ② _____ SCMH / start</p> <p>① Air Purificator ① Dry Filter ① Centrifugal Separator</p> <p>Exhaust Silencer: ① Residential ① Industrial</p> <p>Fuel Tank: _____</p> <p>Fuel Consumption _____ gal/h</p> <p align="center">ENGINE DRIVE CONTROLLER</p> <p>② Mfr _____ ② Model No. _____</p> <p>① Automatic ① Non-Automatic ① Remote Manual</p> <p>① A.C. Electrical Service Available</p> <p>① Enclosure Heater Required</p> <p>① Pump Start on Loss of Alarm Circuit Power</p> <p>① Deluge System ① Dry System</p> <p>① Sequential Starting ① Power Failure Start</p> <p>① Weekly Test Timer ① Test Recording Gage</p> <p>① Manual Shutdown ① Automatic Shutdown</p> <p>① Overspeed Shutdown ① Cooling Water Solenoid</p> <p>Pressure Switch Settings: ① High _____ ① Low _____</p> <p>Alarms and Signals (On Controller):</p> <p>① Pilot Lamp, A.C. Power Availability</p> <p>① Pilot Lamp, Battery Condition</p> <p>① Pilot Lamp and Bell, Low Oil Pressure</p> <p>① Pilot Lamp and Bell, High Engine Temp.</p> <p>① Pilot Lamp and Bell, Engine Starting Failure</p> <p>① Pump Running</p> <p>Alarms and Signals (Remote):</p> <p>① _____</p> <p>① _____</p> <p>Comments: _____</p> <p>1.- Specification No. ESP-A-1240 (Bombas de Agua Contra Incendio) is applicable.</p> <p>2.- Specification No. ESP-H-2400 Rev.1 (Electrical Design Requirements for Mechanical Equipment) is applicable.</p>
---	---

	<i>Facultad de Química</i>	No: DHD-A-034
	PLANTAS CRIOGÉNICAS	Rev. 1 Fecha: 07/03/2008

**HOJA DE DATOS
TANQUE DE AGUA CONTRA INCENDIO**

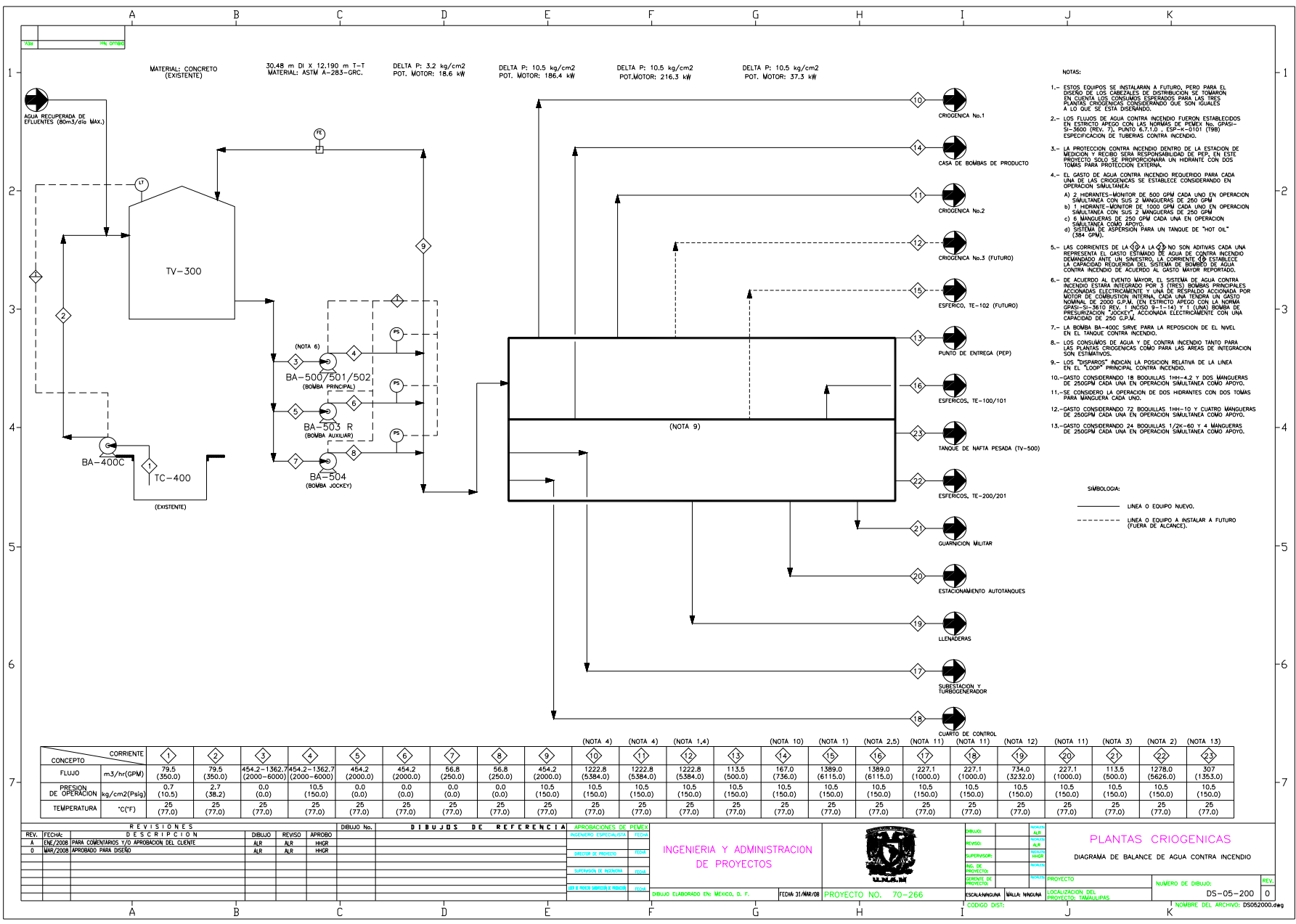
PROYECTO: PLANTAS CRIOGÉNICAS

0	Aprobado para diseño	10-Feb-08	
A	Para revisión y comentarios	17-Ene-08	
REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	FIRMA

	HOJA DE DATOS				INGENIERÍA	
					PROCESO	
	ELABORÓ: ALR	REVISÓ ALR	APROBÓ	REVISIÓN 0	FECHA 10-Feb-08	

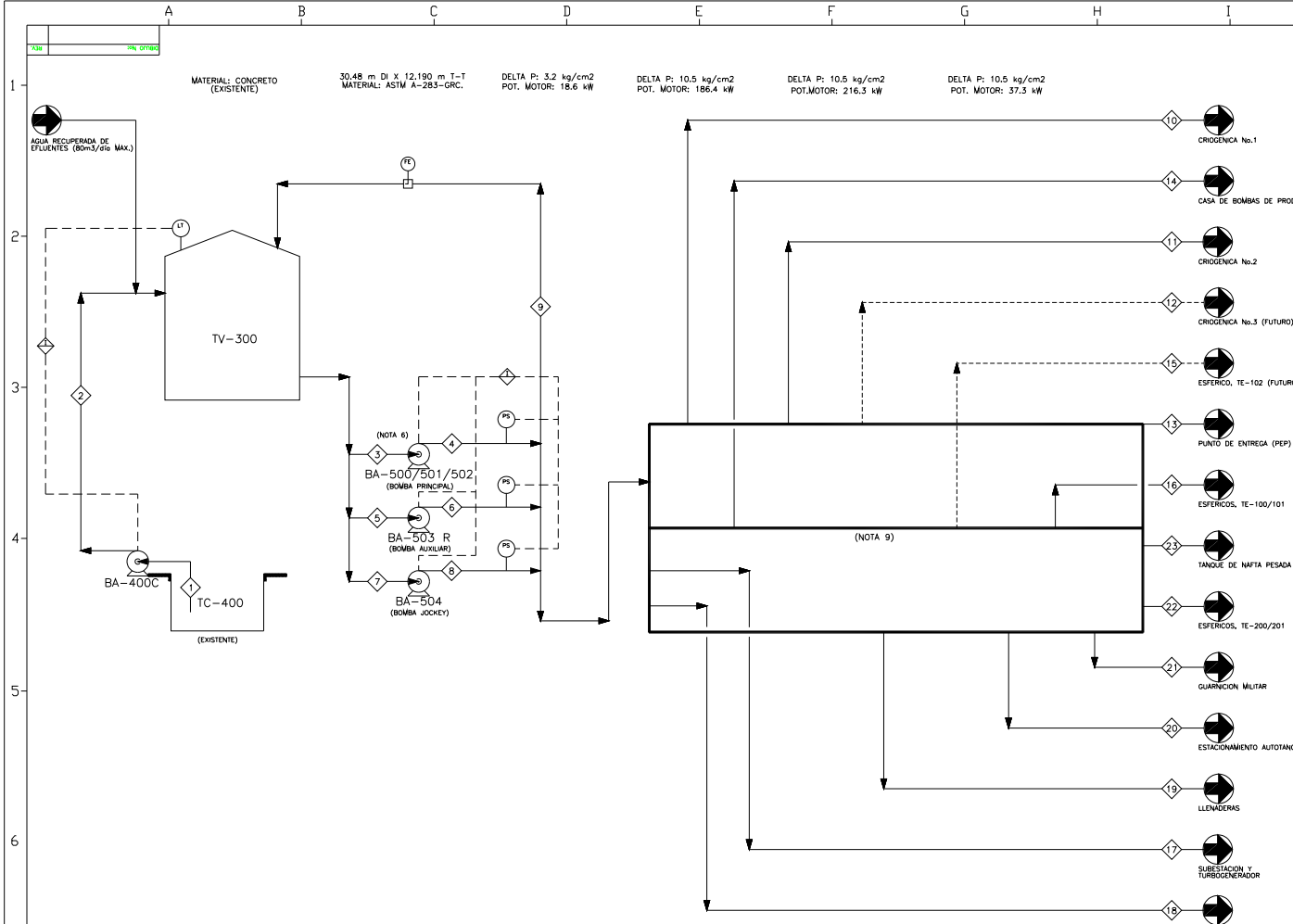
CONE ROOF TANK SPECIFICATION SHEET				Contract:	
				Data Sheet no: DHD-A-034	
				Item no: TV-300	
				Revision: 1 Date: 02/10/2008	
				By: ALR Chk'd: ALR Appr'd:	
				Unit:	
				P.O. No.:	
				Inquiry No.:	
				Sheet 1 of 2	
				REV	
1	Client:	PETROQUIMICA BASICA		Site:	Tamaulipas
2	Service:	Fire Water Storage Tank		Number Required:	1
3	Manufacturer:			Plant:	Criogénica
4	Case:	Governing Case:			
5	DESIGN DATA			MATERIALS	
6	Contents:	Water		1. Shell:	Carbon Steel
7	Code (Design & Construction):	API 650		2. Bottom:	Carbon Steel
8	Specifications:			3. Roof:	Carbon Steel
9	Press. Des. (min/max):	Hydrostatic	Kg/cm2 (g)	4. Nozzle Necks:	Carbon Steel
10	Pressure Operating:	Atmospheric	Kg/cm2 (g)	5. Flanges:	Carbon Steel
11	Temp. Des. (min/max):	/ 66.1	Oper Atmosp °C	6. Bolts (External):	Stainless Steel
12	Weld Inspection By:			7. Bolts (Internal):	Stainless Steel
13	Corrosion Allowance:	Note 8	mm	8. Gaskets:	
14	Density of Contents:	995	kg/m³ @ 33 °C	9. Internals (Pipe):	
15	Working Capacity: (min/max)	890 / 7432.5	m³	10. Internals (Plate):	
16	Total Capacity:	8744	m³ (55000 BLS)	11. Others:	
17	Dimension: Diameter:	30.48	Height: 12.19 m	12. Lining:	
18	Rates: Note 4 (l) Filling:	87.5	Emptying: 1362.75 m³/h	Primer: In accordance with ESP-K-4910	
19	Coil:	No		Finish: In accordance with ESP-K-4910	
20					
21	Heater:	No			
22					
23	Agitator:	No			
24	NOTES				
25					
26	1. Elevations are given from underside of bottom plate. To: Center Line of Connection				
27					
28	2. Nozzle projections are measured from tank center line to extreme face of flange unless otherwise noted.				
29					
30	3. Tank bottom plate to be:- Slope Outward Slope= 1%				
31					
32	4. Tank fabricator to supply or install (See note) items indicated.				
33	(a) No Straight ladder:				
34	(b) Yes Spiral Stairway to platform:				
35	(c) Yes Handrail at top of tank:				
36	(d) Yes Gauge hatch in to				
37	(size) (material) (type)				
38	(e) No Type of insulation supports:				
39	(f) No Bottom sump with drain: See detail:				
40	(g) No mm Internal coil of / pipe. See detail:				
41	(length) (size / schedule)				
42	(h) No Foam Chamber:				
43	(i) No Tank Gauge:				
44	(k) No Pressure-vacuum vent:				
45	Goose Neck Setting pressure: mmH2O(g) Vacuum= mmH2O(g)				
46	(type)				
47	(l) Maximum filling/emptying flow rates.				
48					
49	5. Fabricator to supply only those parts directly welded to shell roof.				
50					
51	6. Painting: By:				
52					
53	7. Insulation to be supplied and installed by others. Thickness= mm				
54					
55	8. Roof: 1.5875 mm, Shell and bottom: 3.175 mm				
56					
57					

VI. Diagrama de Flujo de Proceso (DFP)



- NOTAS:**
- ESTOS EQUIPOS SE INSTALARAN A FUTURO, PERO PARA EL DISEÑO DE LOS CABLEAJES DE DISTRIBUCION SE TOMARON EN CUENTA LOS CONSUMOS ESPERADOS PARA LAS TRES PLANTAS CRIOGENICAS CONSIDERANDO QUE SON IGUALES A LO QUE SE ESTA DISEÑANDO.
 - LOS FLUJOS DE AGUA CONTRA INCENDIO FUERON ESTABLECIDOS EN ESTRICTO APEGO CON LAS NORMAS DE PEMEX No. GRAS-SI-3600 (REV. 7) PUNTO 8.7.1.0 (ESP-S-0101 (F89) ESPECIFICACION DE TUBERIAS CONTRA INCENDIO.
 - LA PROTECCION CONTRA INCENDIO DENTRO DE LA ESTACION DE MEDICION Y FICRO SERA RESPONSABILIDAD DE PEM EN ESTE PROYECTO SOLO SE PROPORCIONARA UN HIDRANTE CON DOS TOMAS PARA PROTECCION EXTERNA.
 - EL GASTO DE AGUA CONTRA INCENDIO REQUERIDO PARA CADA UNA DE LAS CRIOGENICAS SE ESTABLECE CONSIDERANDO EN OPERACION SIMULTANEA.
 - a) 2 HIDRANTES-MONITOR DE 800 GPM CADA UNA EN OPERACION SIMULTANEA CON SUS 2 MANGUERAS DE 250 GPM
 - b) 1 HIDRANTE-MONITOR DE 1000 GPM CADA UNA EN OPERACION SIMULTANEA CON SUS 2 MANGUERAS DE 250 GPM
 - c) 6 MANGUERAS DE 250 GPM CADA UNA EN OPERACION SIMULTANEA COMO APOYO
 - d) SISTEMA DE ASPERSION PARA UN TANQUE DE "HOT OIL" (584 GPM)
 - LAS CORRIENTES DE LA (10) A LA (23) NO SON ADITIVAS CADA UNA REPRESENTA EL GASTO ESTIMADO DE AGUA DE CONTRA INCENDIO DEMANDADO ANTE UN SUESTRIO, LA CORRIENTE (9) ESTABLECE LA CAPACIDAD REQUERIDA DEL SISTEMA DE BOMBAS DE AGUA CONTRA INCENDIO DE ACUERDO AL GASTO MAYOR REQUERIDO.
 - DE ACUERDO AL EVENTO MAYOR, EL SISTEMA DE AGUA CONTRA INCENDIO ESTARA INTEGRADO POR 3 (TRES) BOMBAS PRINCIPALES ACCIONADAS ELECTRICAMENTE Y UNA DE RESERVA ACCIONADA POR MOTOR DE COMBUSTION INTERNA, CADA UNA TENDRA UN GASTO NORMAL DE 2000 G.P.M. EN ESTRICTO APEGO CON LA NORMA GRAS-SI-3610 REV. 7 INCISO 3-1-1(a) Y 1 (UNA) BOMBA DE PRESURIZACION "JOCKEY" ACCIONADA ELECTRICAMENTE CON UNA CAPACIDAD DE 250 G.P.M.
 - LA BOMBA BA-400C SIRVE PARA LA REPOSICION DE EL NIVEL EN EL TANQUE CONTRA INCENDIO.
 - LOS CONSUMOS DE AGUA Y DE CONTRA INCENDIO TANTO PARA LAS PLANTAS CRIOGENICAS COMO PARA LAS AREAS DE INTERACCION SON ESTIMATIVOS.
 - LOS "SHARPO" INDICAN LA POSICION RELATIVA DE LA LINEA EN EL "LOOP" PRINCIPAL CONTRA INCENDIO.
 - GASTO CONSIDERANDO 18 BOQUILLAS 1HH-4.2 Y DOS MANGUERAS DE 250GPM CADA UNA EN OPERACION SIMULTANEA COMO APOYO.
 - SE CONSIDERO LA OPERACION DE DOS HIDRANTES CON DOS TOMAS PARA MANGUERA CADA UNO.
 - GASTO CONSIDERANDO 72 BOQUILLAS 1HH-10 Y CUATRO MANGUERAS DE 250GPM CADA UNA EN OPERACION SIMULTANEA COMO APOYO.
 - GASTO CONSIDERANDO 24 BOQUILLAS 1/2HH-60 Y 4 MANGUERAS DE 250GPM CADA UNA EN OPERACION SIMULTANEA COMO APOYO.

CONCEPTO	CORRIENTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
FLUJO	m ³ /hr (GPM)	79.5 (350.0)	79.5 (350.0)	454.2-1362 (2000-6000)	454.2-1362 (2000-6000)	454.2 (2000.0)	454.2 (2000.0)	56.8 (250.0)	56.8 (250.0)	454.2 (2000.0)	1222.8 (5384.0)	1222.8 (5384.0)	1222.8 (5384.0)	113.6 (500.0)	167.0 (736.0)	1389.0 (6115.0)	1389.0 (6115.0)	227.1 (1000.0)	227.1 (1000.0)	734.0 (3232.0)	227.1 (1000.0)	113.6 (500.0)	1278.0 (5626.0)	307 (1353.0)
PRESION DE OPERACION	kg/cm ² (Psi)	0.7 (10.5)	2.7 (38.2)	0.0 (0.0)	10.5 (150.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	10.5 (150.0)	10.5 (150.0)	10.5 (150.0)	10.5 (150.0)	10.5 (150.0)	10.5 (150.0)	10.5 (150.0)	10.5 (150.0)	10.5 (150.0)	10.5 (150.0)	10.5 (150.0)	10.5 (150.0)	10.5 (150.0)	10.5 (150.0)	10.5 (150.0)
TEMPERATURA	°C (°F)	25 (77.0)	25 (77.0)	25 (77.0)	25 (77.0)	25 (77.0)	25 (77.0)	25 (77.0)	25 (77.0)	25 (77.0)	25 (77.0)	25 (77.0)	25 (77.0)	25 (77.0)	25 (77.0)	25 (77.0)	25 (77.0)	25 (77.0)	25 (77.0)	25 (77.0)	25 (77.0)	25 (77.0)	25 (77.0)	25 (77.0)



PLANTAS CRIOGENICAS

DIAGRAMA DE BALANCE DE AGUA CONTRA INCENDIO

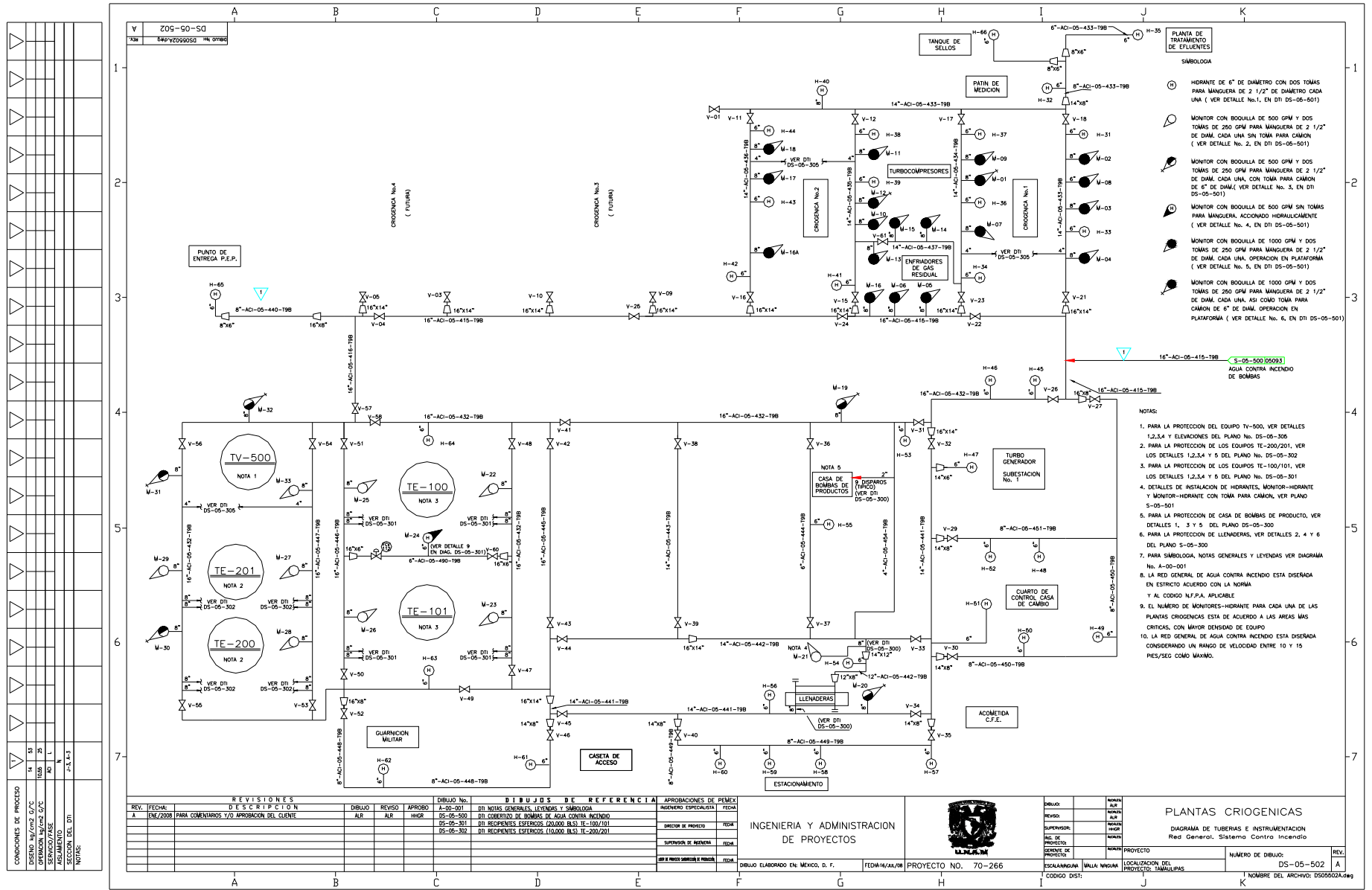
INGENIERIA Y ADMINISTRACION DE PROYECTOS

FECHA ELABORADO EN: MEXICO, D. F. FECHA 31/MAY/08 PROYECTO NO. 70-266

ESCALANUM: MALA NUMERO LOCALIZACION DEL PROYECTO: TAMAUCA

NUMERO DEL ARCHIVO: DS062000.dwg

VIII. Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI)



CONDICIONES DE PROCESO	
ACCION 1	2
ACCION 2	3
ACCION 3	4
ACCION 4	5
ACCION 5	6
ACCION 6	7
ACCION 7	8
ACCION 8	9
ACCION 9	10
ACCION 10	11
ACCION 11	12
ACCION 12	13
ACCION 13	14
ACCION 14	15
ACCION 15	16
ACCION 16	17
ACCION 17	18
ACCION 18	19
ACCION 19	20
ACCION 20	21
ACCION 21	22
ACCION 22	23
ACCION 23	24
ACCION 24	25
ACCION 25	26
ACCION 26	27
ACCION 27	28
ACCION 28	29
ACCION 29	30
ACCION 30	31
ACCION 31	32
ACCION 32	33
ACCION 33	34
ACCION 34	35
ACCION 35	36
ACCION 36	37
ACCION 37	38
ACCION 38	39
ACCION 39	40
ACCION 40	41
ACCION 41	42
ACCION 42	43
ACCION 43	44
ACCION 44	45
ACCION 45	46
ACCION 46	47
ACCION 47	48
ACCION 48	49
ACCION 49	50
ACCION 50	51
ACCION 51	52
ACCION 52	53
ACCION 53	54
ACCION 54	55
ACCION 55	56
ACCION 56	57
ACCION 57	58
ACCION 58	59
ACCION 59	60
ACCION 60	61
ACCION 61	62
ACCION 62	63
ACCION 63	64
ACCION 64	65
ACCION 65	66
ACCION 66	67
ACCION 67	68
ACCION 68	69
ACCION 69	70
ACCION 70	71
ACCION 71	72
ACCION 72	73
ACCION 73	74
ACCION 74	75
ACCION 75	76
ACCION 76	77
ACCION 77	78
ACCION 78	79
ACCION 79	80
ACCION 80	81
ACCION 81	82
ACCION 82	83
ACCION 83	84
ACCION 84	85
ACCION 85	86
ACCION 86	87
ACCION 87	88
ACCION 88	89
ACCION 89	90
ACCION 90	91
ACCION 91	92
ACCION 92	93
ACCION 93	94
ACCION 94	95
ACCION 95	96
ACCION 96	97
ACCION 97	98
ACCION 98	99
ACCION 99	100
ACCION 100	101
ACCION 101	102
ACCION 102	103
ACCION 103	104
ACCION 104	105
ACCION 105	106
ACCION 106	107
ACCION 107	108
ACCION 108	109
ACCION 109	110
ACCION 110	111
ACCION 111	112
ACCION 112	113
ACCION 113	114
ACCION 114	115
ACCION 115	116
ACCION 116	117
ACCION 117	118
ACCION 118	119
ACCION 119	120
ACCION 120	121
ACCION 121	122
ACCION 122	123
ACCION 123	124
ACCION 124	125
ACCION 125	126
ACCION 126	127
ACCION 127	128
ACCION 128	129
ACCION 129	130
ACCION 130	131
ACCION 131	132
ACCION 132	133
ACCION 133	134
ACCION 134	135
ACCION 135	136
ACCION 136	137
ACCION 137	138
ACCION 138	139
ACCION 139	140
ACCION 140	141
ACCION 141	142
ACCION 142	143
ACCION 143	144
ACCION 144	145
ACCION 145	146
ACCION 146	147
ACCION 147	148
ACCION 148	149
ACCION 149	150
ACCION 150	151
ACCION 151	152
ACCION 152	153
ACCION 153	154
ACCION 154	155
ACCION 155	156
ACCION 156	157
ACCION 157	158
ACCION 158	159
ACCION 159	160
ACCION 160	161
ACCION 161	162
ACCION 162	163
ACCION 163	164
ACCION 164	165
ACCION 165	166
ACCION 166	167
ACCION 167	168
ACCION 168	169
ACCION 169	170
ACCION 170	171
ACCION 171	172
ACCION 172	173
ACCION 173	174
ACCION 174	175
ACCION 175	176
ACCION 176	177
ACCION 177	178
ACCION 178	179
ACCION 179	180
ACCION 180	181
ACCION 181	182
ACCION 182	183
ACCION 183	184
ACCION 184	185
ACCION 185	186
ACCION 186	187
ACCION 187	188
ACCION 188	189
ACCION 189	190
ACCION 190	191
ACCION 191	192
ACCION 192	193
ACCION 193	194
ACCION 194	195
ACCION 195	196
ACCION 196	197
ACCION 197	198
ACCION 198	199
ACCION 199	200
ACCION 200	201
ACCION 201	202
ACCION 202	203
ACCION 203	204
ACCION 204	205
ACCION 205	206
ACCION 206	207
ACCION 207	208
ACCION 208	209
ACCION 209	210
ACCION 210	211
ACCION 211	212
ACCION 212	213
ACCION 213	214
ACCION 214	215
ACCION 215	216
ACCION 216	217
ACCION 217	218
ACCION 218	219
ACCION 219	220
ACCION 220	221
ACCION 221	222
ACCION 222	223
ACCION 223	224
ACCION 224	225
ACCION 225	226
ACCION 226	227
ACCION 227	228
ACCION 228	229
ACCION 229	230
ACCION 230	231
ACCION 231	232
ACCION 232	233
ACCION 233	234
ACCION 234	235
ACCION 235	236
ACCION 236	237
ACCION 237	238
ACCION 238	239
ACCION 239	240
ACCION 240	241
ACCION 241	242
ACCION 242	243
ACCION 243	244
ACCION 244	245
ACCION 245	246
ACCION 246	247
ACCION 247	248
ACCION 248	249
ACCION 249	250
ACCION 250	251
ACCION 251	252
ACCION 252	253
ACCION 253	254
ACCION 254	255
ACCION 255	256
ACCION 256	257
ACCION 257	258
ACCION 258	259
ACCION 259	260
ACCION 260	261
ACCION 261	262
ACCION 262	263
ACCION 263	264
ACCION 264	265
ACCION 265	266
ACCION 266	267
ACCION 267	268
ACCION 268	269
ACCION 269	270
ACCION 270	271
ACCION 271	272
ACCION 272	273
ACCION 273	274
ACCION 274	275
ACCION 275	276
ACCION 276	277
ACCION 277	278
ACCION 278	279
ACCION 279	280
ACCION 280	281
ACCION 281	282
ACCION 282	283
ACCION 283	284
ACCION 284	285
ACCION 285	286
ACCION 286	287
ACCION 287	288
ACCION 288	289
ACCION 289	290
ACCION 290	291
ACCION 291	292
ACCION 292	293
ACCION 293	294
ACCION 294	295
ACCION 295	296
ACCION 296	297
ACCION 297	298
ACCION 298	299
ACCION 299	300

REVISIONES				PROYECTO				PLANTAS CRIOGENICAS					
REV.	FECHA	DESCRIPCION	ELABORADO	REVISADO	APROBADO	DIBUJO No.	DESCRIPCION	PROYECTO	ESCALA	MATERIAL	LOCALIZACION DEL PROYECTO	NUMERO DE DIBUJO	REV.
1	08/2008	PARA COMENTARIOS Y/O APROBACION DEL CLIENTE	ALR	ALR	MMR	A-00-001	NOTAS GENERALES, LEYENDAS Y SIMBOLOGIA	INGENIERIA Y ADMINISTRACION DE PROYECTOS	1:1	MIRIAM	TAMALUPLAS	DS-05-502	A
2						DS-05-500	CONSENTIDO DE BOMBAS DE AGUA CONTRA INCENDIO						
3						DS-05-501	DI. RECIPENTES ESFERICOS (10000 BLS) TE-100/101						
4						DS-05-502	DI. RECIPENTES ESFERICOS (10000 BLS) TE-200/201						

CONDICIONES DE PROCESO	1	2	3	4	5	6	7
DISENO INYECTOR 1/2" C/V							
OPERACION MAN/OP 0/2" C/V							
ESPESOR/FASE							
ASAMBLAJE							
NUMERO DEL DTD							
NOTAS							

Y 90C-50-50
TAB EMP-VS00/5050 1/4" 0196

<p>V-100 CAMARA DE ESPUMA INYECCION SUPERFICIAL TIPO ESPUMA: PROTECA MODELO: MCS-9 CAPACIDAD: 29/30 GPM PRESION DE OPERACION: 40 PSIG CONEXIONES: 2 1/2" FNPT/2 1/2" MNPT MATERIAL: ACERO AL CARBON</p>	<p>V-101A/B FORMADORES DE ESPUMA INYECCION SUBSUPERFICIAL TIPO ESPUMA: PROTECA MODELO: FNH-10A CAPACIDAD: 100 GPM PRESION DE OPERACION: 100 PSIG CONEXIONES: 2 1/2" FNPT/2 1/2" MNPT MATERIAL: ALUMINIO ENDURECIDO</p>
--	---

CLAVE	UBICACION	MODELO	CONEXION ENTRADA	TIPO DE ASPERSION	ANGULO (GRADOS)	CAPACIDAD (GPM)	PRESION ASPERSION (PSIG)	CANTIDAD DE BOQUILLAS
TV-500	ANILLO 1	1/2" K-60	1/2"-NPTM	CHORRO PLANO	142°	14.7	60	12
TV-500	ANILLO 2	1/2" K-60	1/2"-NPTM	CHORRO PLANO	142°	14.7	60	12
1FA-4001	ANILLO (CUERPO)	1HH-11W	1"-NPTM	CONO LLENO	117°	32	80	10
1FA-4001	ANILLO(TAPAS)	1HH-10	1"-NPTM	CONO LLENO	94°	31	80	4
2FA-4001	ANILLO (CUERPO)	1HH-11W	1"-NPTM	CONO LLENO	117°	32	80	10
2FA-4001	ANILLO(TAPAS)	1HH-10	1"-NPTM	CONO LLENO	94°	31	80	4

NOTAS GENERALES

- 1.- PARA SIMBOLOGIA, NOTAS Y LEYENDAS VER DIAG. NO. 4-00-001 REV. A.
- 2.- LAS LINEAS DE CONTRA INCENDIO SE INTERCONECTAN A LA RED DE AGUA CONTRA INCENDIO Y TIENEN EL SIGUIENTE ARRULO:
 - a) LA ALIMENTACION QUE SE ENCUENTRA MAS CERCA DEL TANQUE, ESTA CONTROLADA POR UNA VALVULA AUTOMATICA OPERADA ELECTRICAMENTE LA CUAL ESTA LOCALIZADA FUERA DEL DIQUE.
 - b) LA ALIMENTACION DEL OTRO EXTREMO DEL CABEZAL ESTA CONTROLADA POR UNA VALVULA MANUAL, LOCALIZADA EN LUGAR ACCESIBLE Y SIN RESGOS PARA EL PERSONAL QUE LA OPERE EN CASO DE EMERGENCIA.
- 3.- LAS BOQUILLAS ASPERSORAS SON "SPRAYING SYSTEMS CO" 8 SIMILAR, MODELO 1/2" K-60 DE CHORRO PLANO CON UN ANGULO DE 142 GRADOS Y UNA CAPACIDAD DE 14.7 GPM A UNA PRESION MANIMA DE 60 PSIG A LA ENTRADA DE LA BOQUILLA, CONEXION DE ENTRADA 1/2" NPTM.
- 4.- LAS BOQUILLAS ASPERSORAS SE COLOCARON EN LA PARTE SUPERIOR DE LOS ANILLOS DE ESPRIMIENTO, DISTRIBUIDAS COMO LO INDICA EL DETALLE 3.
- 5.- LA BOQUILLA DE INYECCION SUBSUPERFICIAL SE LOCALIZO EN EL EXTREMO OPUERTO DE LA LINEA DE SUCCION Y 0.30 m POR ARRIBA DE LA MISMA.
- 6.- FILTRO TIPO "Y" PARA EVITAR EL PASO DE PARTICULAS NO MAYORES A 3.0 mm. DE DIAMETRO.
- 7.- EL ARRULO DE TUBERIAS ESTA DE ACUERDO A LO INDICADO EN LA NORMA.
- 8.- TODOS LOS ANILLOS DE ASPERSION SON DE ACERO AL CARBON ASTM A53 GR. B GALVANIZADO, EXTREMOS BSELADOS CON LOS MISMOS ESPESORES DE ACIERO A LA NORMA.
- 9.- LAS BOQUILLAS DE ASPERSION DEL PRIMER ANILLO ESTAN DEFASADAS CON RESPECTO A LAS DEL SEGUNDO ANILLO, DE MODO QUE EL PUNTO MEDIO DE LA DISTANCIA ENTRE LAS BOQUILLAS DEL PRIMER ANILLO CORRESPONDE A LA LINEA DE CENTROS DE LA BOQUILLA DE ASPERSION DEL SEGUNDO ANILLO.
- 10.- LAS VALVULAS AUTOMATICAS Y MANUALES DEL ANILLO CONTRA INCENDIO ESTAN A NO MAS DE 16 METROS DEL TANQUE Y FUERA DEL DIQUE EN ESTRICTO ACUERDO CON LA NORMA.
- 11.- TODAS LAS DISTANCIAS SE INDICAN EN METROS.
- 12.- CANCELADA.
- 13.- DRENAJES DEL SISTEMA DE DILUVIO EN EL PUNTO MAS BAJO.
- 14.- TODAS LAS DIMENSIONES DE LOS ANILLOS ESTAN DADAS A LA SALIDA DE LA ESPIRA Y NO AL CENTRO DE LA LINEA DEL ANILLO.

INYECCION SUPERFICIAL
S/DESC.

INYECCION SUBSUPERFICIAL
S/DESC.

ANILLOS DE ENFRIAMIENTO
S/DESC.

DETALLE 1
SISTEMA DE ESPUMA CONTRA INCENDIO
S/DESC.

DETALLE 2
FRENTE DE COMBATE DE AGUA CONTRA INCENDIO
VER 5-05-502

DETALLE 3
DISTRIBUCION DE ASPERSORES EN ANILLO DE ENFRIAMIENTO (TIPO C)
S/DESC.

DETALLE 4
CONEXION VALVULA
CONEXION MANUAL
CONEXION AUTOMATICA
S/DESC.

SISTEMA DE ASPERSION
S/DESC.

DETALLES 5
FRENTE DE COMBATE DE AGUA CONTRA INCENDIO
VER 5-05-502

DETALLE 6
FRENTE DE COMBATE DE AGUA CONTRA INCENDIO
VER 5-05-502

DETALLE 7
DISTRIBUCION DE ASPERSORES EN ANILLO DE ENFRIAMIENTO (TIPO C)
S/DESC.

DETALLE 8
DISTRIBUCION DE ASPERSORES EN ANILLO DE ENFRIAMIENTO (TIPO C)
S/DESC.

SISTEMA DE ASPERSION
S/DESC.

REVISIONES

REV.	FECHA:	DESIGNACION:	DIAGRAMA:	DIBUJO:
A	ENE/2008	PARA REVISION Y APROBACION	AIR	AIR

BIJUDS DE REFERENCIA

APROBACIONES DE PERMIS:	FECHA:
INGENIERO ESPECIALISTA	
DIRECCION DE PROYECTO	
SUPERVISION DE INGENIERIA	
LEA O PERSONA SIMILAR E INGENIERO	

INGENIERIA Y ADMINISTRACION DE PROYECTOS

PLANTAS CRIOGENICAS
DIAGRAMA DE TUBERIAS E INSTRUMENTACION
"SISTEMA DE ASPERSION Y ESPUMA CONTRA INCENDIO"
Tanque TV-500 (6000 BLS) y Tanques de Heli OS 1FA-4001, 2FA-4001

DIBUJO ELABORADO EN: MEXICO, D. F. FECHA: UNE/08 PROYECTO NO. 70-266

DIBUJO:	NUMERO:	FECHA:	NUMERO DE DIBUJO:
DIBUJO:	AIR	UNE/08	DS-05-305 A
REVISION:	AIR		REV.
SUPERVISOR:	MEXICO		
NO. DE PROYECTO:	MEXICO		
TIPO DE PROYECTO:	MEXICO		
ESCALA/GRAN:	MEXICO		
CODIGO DIST:	MEXICO		

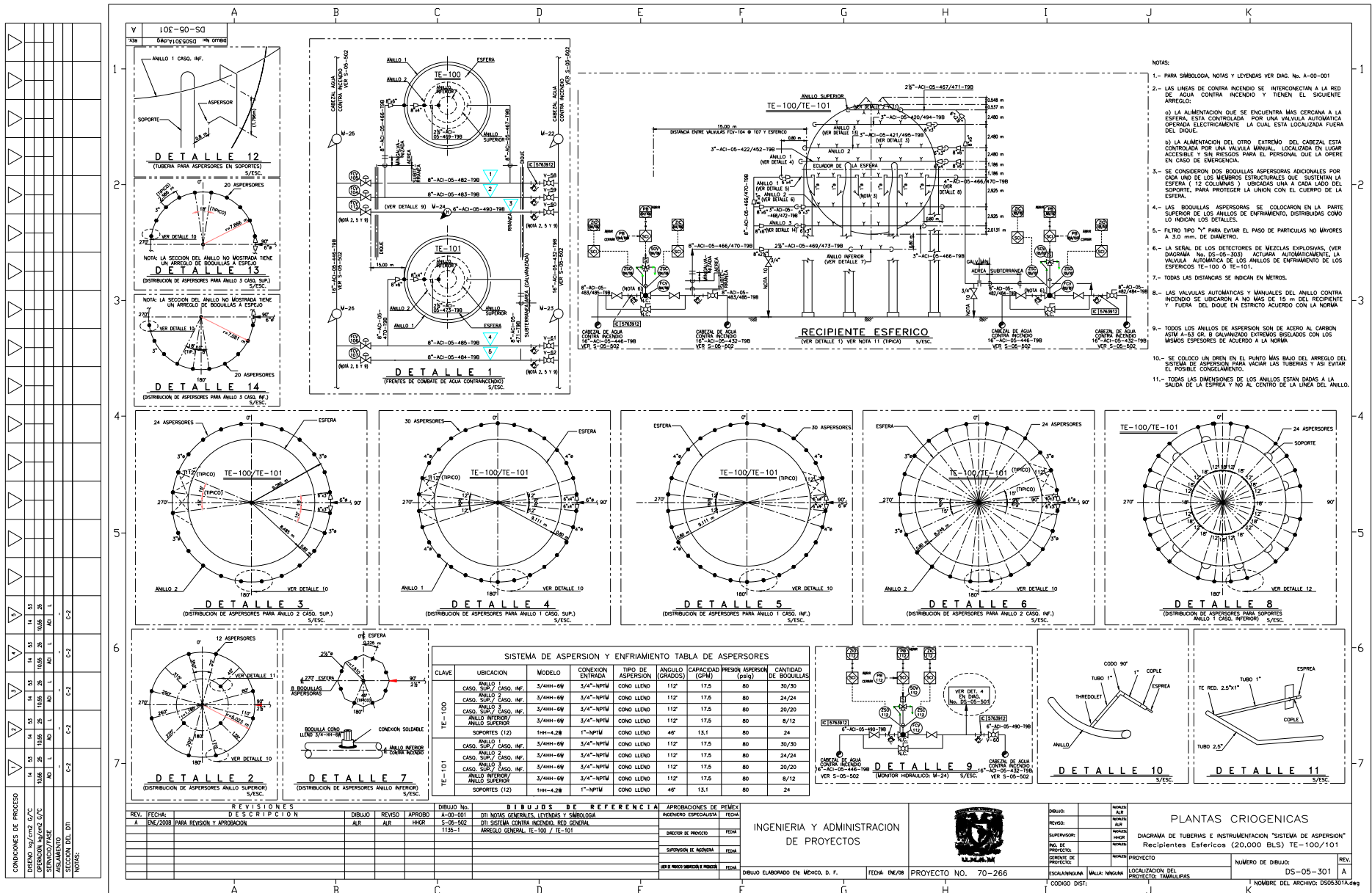
	V	00C-50-50	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	<p style="text-align: center;">PLANTA VER S-05-502 S/ESC.</p>												
2	<p style="text-align: center;">SISTEMA DE ASPERSON EN LLENADERAS CORTE A-A (ELEVACION) S/ESC. (NOTA 9.11)</p>												
3	<p style="text-align: center;">DETALLE 3 (TIPO) S/ESC.</p>												
4	<p style="text-align: center;">DETALLE 5 (CASA DE BOMBAS DE PRODUCTOS) S/ESC.</p>												
5	<p style="text-align: center;">DETALLE 6 (LLENADERAS) S/ESC.</p>												
6	<p style="text-align: center;">ARREGLO DE ASPERSONES EN LLENADERAS DETALLE 2 (LLENADERAS) S/ESC.</p>												
7	<p style="text-align: center;">DETALLE 1 (PLANTA) S/ESC.</p>												
8	<p style="text-align: center;">DETALLE 2 (PLANTA) S/ESC.</p>												
9	<p style="text-align: center;">DETALLE 3 (PLANTA) S/ESC.</p>												
10	<p style="text-align: center;">DETALLE 4 (PLANTA) S/ESC.</p>												
11	<p style="text-align: center;">DETALLE 5 (PLANTA) S/ESC.</p>												
12	<p style="text-align: center;">DETALLE 6 (PLANTA) S/ESC.</p>												
13	<p style="text-align: center;">DETALLE 7 (PLANTA) S/ESC.</p>												
14	<p style="text-align: center;">DETALLE 8 (PLANTA) S/ESC.</p>												
15	<p style="text-align: center;">DETALLE 9 (PLANTA) S/ESC.</p>												
16	<p style="text-align: center;">DETALLE 10 (PLANTA) S/ESC.</p>												
17	<p style="text-align: center;">DETALLE 11 (PLANTA) S/ESC.</p>												
18	<p style="text-align: center;">DETALLE 12 (PLANTA) S/ESC.</p>												
19	<p style="text-align: center;">DETALLE 13 (PLANTA) S/ESC.</p>												
20	<p style="text-align: center;">DETALLE 14 (PLANTA) S/ESC.</p>												
21	<p style="text-align: center;">DETALLE 15 (PLANTA) S/ESC.</p>												
22	<p style="text-align: center;">DETALLE 16 (PLANTA) S/ESC.</p>												
23	<p style="text-align: center;">DETALLE 17 (PLANTA) S/ESC.</p>												
24	<p style="text-align: center;">DETALLE 18 (PLANTA) S/ESC.</p>												
25	<p style="text-align: center;">DETALLE 19 (PLANTA) S/ESC.</p>												
26	<p style="text-align: center;">DETALLE 20 (PLANTA) S/ESC.</p>												
27	<p style="text-align: center;">DETALLE 21 (PLANTA) S/ESC.</p>												
28	<p style="text-align: center;">DETALLE 22 (PLANTA) S/ESC.</p>												
29	<p style="text-align: center;">DETALLE 23 (PLANTA) S/ESC.</p>												
30	<p style="text-align: center;">DETALLE 24 (PLANTA) S/ESC.</p>												
31	<p style="text-align: center;">DETALLE 25 (PLANTA) S/ESC.</p>												
32	<p style="text-align: center;">DETALLE 26 (PLANTA) S/ESC.</p>												
33	<p style="text-align: center;">DETALLE 27 (PLANTA) S/ESC.</p>												
34	<p style="text-align: center;">DETALLE 28 (PLANTA) S/ESC.</p>												
35	<p style="text-align: center;">DETALLE 29 (PLANTA) S/ESC.</p>												
36	<p style="text-align: center;">DETALLE 30 (PLANTA) S/ESC.</p>												
37	<p style="text-align: center;">DETALLE 31 (PLANTA) S/ESC.</p>												
38	<p style="text-align: center;">DETALLE 32 (PLANTA) S/ESC.</p>												
39	<p style="text-align: center;">DETALLE 33 (PLANTA) S/ESC.</p>												
40	<p style="text-align: center;">DETALLE 34 (PLANTA) S/ESC.</p>												
41	<p style="text-align: center;">DETALLE 35 (PLANTA) S/ESC.</p>												
42	<p style="text-align: center;">DETALLE 36 (PLANTA) S/ESC.</p>												
43	<p style="text-align: center;">DETALLE 37 (PLANTA) S/ESC.</p>												
44	<p style="text-align: center;">DETALLE 38 (PLANTA) S/ESC.</p>												
45	<p style="text-align: center;">DETALLE 39 (PLANTA) S/ESC.</p>												
46	<p style="text-align: center;">DETALLE 40 (PLANTA) S/ESC.</p>												
47	<p style="text-align: center;">DETALLE 41 (PLANTA) S/ESC.</p>												
48	<p style="text-align: center;">DETALLE 42 (PLANTA) S/ESC.</p>												
49	<p style="text-align: center;">DETALLE 43 (PLANTA) S/ESC.</p>												
50	<p style="text-align: center;">DETALLE 44 (PLANTA) S/ESC.</p>												
51	<p style="text-align: center;">DETALLE 45 (PLANTA) S/ESC.</p>												
52	<p style="text-align: center;">DETALLE 46 (PLANTA) S/ESC.</p>												
53	<p style="text-align: center;">DETALLE 47 (PLANTA) S/ESC.</p>												
54	<p style="text-align: center;">DETALLE 48 (PLANTA) S/ESC.</p>												
55	<p style="text-align: center;">DETALLE 49 (PLANTA) S/ESC.</p>												
56	<p style="text-align: center;">DETALLE 50 (PLANTA) S/ESC.</p>												
57	<p style="text-align: center;">DETALLE 51 (PLANTA) S/ESC.</p>												
58	<p style="text-align: center;">DETALLE 52 (PLANTA) S/ESC.</p>												
59	<p style="text-align: center;">DETALLE 53 (PLANTA) S/ESC.</p>												
60	<p style="text-align: center;">DETALLE 54 (PLANTA) S/ESC.</p>												
61	<p style="text-align: center;">DETALLE 55 (PLANTA) S/ESC.</p>												
62	<p style="text-align: center;">DETALLE 56 (PLANTA) S/ESC.</p>												
63	<p style="text-align: center;">DETALLE 57 (PLANTA) S/ESC.</p>												
64	<p style="text-align: center;">DETALLE 58 (PLANTA) S/ESC.</p>												
65	<p style="text-align: center;">DETALLE 59 (PLANTA) S/ESC.</p>												
66	<p style="text-align: center;">DETALLE 60 (PLANTA) S/ESC.</p>												
67	<p style="text-align: center;">DETALLE 61 (PLANTA) S/ESC.</p>												
68	<p style="text-align: center;">DETALLE 62 (PLANTA) S/ESC.</p>												
69	<p style="text-align: center;">DETALLE 63 (PLANTA) S/ESC.</p>												
70	<p style="text-align: center;">DETALLE 64 (PLANTA) S/ESC.</p>												
71	<p style="text-align: center;">DETALLE 65 (PLANTA) S/ESC.</p>												
72	<p style="text-align: center;">DETALLE 66 (PLANTA) S/ESC.</p>												
73	<p style="text-align: center;">DETALLE 67 (PLANTA) S/ESC.</p>												
74	<p style="text-align: center;">DETALLE 68 (PLANTA) S/ESC.</p>												
75	<p style="text-align: center;">DETALLE 69 (PLANTA) S/ESC.</p>												
76	<p style="text-align: center;">DETALLE 70 (PLANTA) S/ESC.</p>												
77	<p style="text-align: center;">DETALLE 71 (PLANTA) S/ESC.</p>												
78	<p style="text-align: center;">DETALLE 72 (PLANTA) S/ESC.</p>												
79	<p style="text-align: center;">DETALLE 73 (PLANTA) S/ESC.</p>												
80	<p style="text-align: center;">DETALLE 74 (PLANTA) S/ESC.</p>												
81	<p style="text-align: center;">DETALLE 75 (PLANTA) S/ESC.</p>												
82	<p style="text-align: center;">DETALLE 76 (PLANTA) S/ESC.</p>												
83	<p style="text-align: center;">DETALLE 77 (PLANTA) S/ESC.</p>												
84	<p style="text-align: center;">DETALLE 78 (PLANTA) S/ESC.</p>												
85	<p style="text-align: center;">DETALLE 79 (PLANTA) S/ESC.</p>												
86	<p style="text-align: center;">DETALLE 80 (PLANTA) S/ESC.</p>												
87	<p style="text-align: center;">DETALLE 81 (PLANTA) S/ESC.</p>												
88	<p style="text-align: center;">DETALLE 82 (PLANTA) S/ESC.</p>												
89	<p style="text-align: center;">DETALLE 83 (PLANTA) S/ESC.</p>												
90	<p style="text-align: center;">DETALLE 84 (PLANTA) S/ESC.</p>												
91	<p style="text-align: center;">DETALLE 85 (PLANTA) S/ESC.</p>												
92	<p style="text-align: center;">DETALLE 86 (PLANTA) S/ESC.</p>												
93	<p style="text-align: center;">DETALLE 87 (PLANTA) S/ESC.</p>												
94	<p style="text-align: center;">DETALLE 88 (PLANTA) S/ESC.</p>												
95	<p style="text-align: center;">DETALLE 89 (PLANTA) S/ESC.</p>												
96	<p style="text-align: center;">DETALLE 90 (PLANTA) S/ESC.</p>												
97	<p style="text-align: center;">DETALLE 91 (PLANTA) S/ESC.</p>												
98	<p style="text-align: center;">DETALLE 92 (PLANTA) S/ESC.</p>												
99	<p style="text-align: center;">DETALLE 93 (PLANTA) S/ESC.</p>												
100	<p style="text-align: center;">DETALLE 94 (PLANTA) S/ESC.</p>												

- NOTAS GENERALES**
- 1.- PARA SIMBOLOGIA, NOTAS Y LEYENDAS VER EL DIAGRAMA No. A-00-001
 - 2.- LA VALVULA AUTOMATICA ESTA LO MAS CERCA POSIBLE DEL LUGAR A PROTEGER (15 m.), Y LA VALVULA MANUAL EN UN SITIO SEGURO Y MAS ALEJADO DEL LUGAR.
 - 3.- EL FILTRO "F" ES EL ADECUADO PARA EVITAR EL PASO DE PARTICULAS MAYORES A 3.0 mm DE DIAMETRO.
 - 4.- EL FILTRO "Y" ES EL ADECUADO PARA EVITAR EL PASO DE PARTICULAS MAYORES A 3.0 mm DE DIAMETRO.
 - 5.- LA DISTANCIA ENTRE BOQUILLAS ES TIPICA EN TODOS LOS CABEZALES DE ASPERSON.
 - 6.- LAS DISTANCIAS SE DAN EN METROS.
 - 7.- EL ARREGLO DE TUBERIAS PARA LOS ASPERSONES A LOS SELLOS DE CADA BOMBA ES TAL QUE PERMITE EL LIBRE PASO DEL OPERADOR DENTRO DE LA CASA DE BOMBAS PARA LABORES DE MANTENIMIENTO GARANTIZANDO CON ELLO SU INTEGRIDAD FISICA.
 - 8.- LOS ASPERSONES A LOS SELLOS DE CADA UNA DE LAS BOMBAS VERTICALES ESTAN UBICADOS A 500 mm DEL SELLO CON UN ANGULO DE 45° EN ESTRICTO ACUERDO CON LA NORMA.
 - 9.- EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ASPERSON PARA LAS LLENADERAS ESTAN EN ESTRICTO ACUERDO CON LA NORMA.
 - 10.- LOS CABEZALES DE LOS SISTEMAS DE ASPERSON DE CASA DE BOMBAS Y LLENADERAS SON DE ACERO AL CARBON ASTM A-53 OR. B CALIBRADO EXTREMOS BUCADOS CON LOS MISMOS ESPESORES DE ACUERDO A LA NORMA.
 - 11.- PARA TODOS LOS AUTOMATOS SE CONSIDERAN BOQUILLAS DE ASPERSON, PARA LA PROTECCION DE LAS CONEXIONES DE LA PARTE INFERIOR, COMO SE INDICA EN EL DETALLE 2.

SISTEMA DE ENFRIAMIENTO TABLA DE ASPERSONES

CLAVE	MODELO	CONEXION ENTRADA	TIPO ASPERSON	ANGULO (GRADOS)	CAPACIDAD (GPM)	PRESION ASPERSON (psi)	CANTIDAD ESPREAS
LLENADERAS	1HH-10	1"-NPT	CONO LLENO	94°	31.0	80.0 MÍNIMO	72 (12 POR AUTOMATOS)
CASA DE BOMBAS	1HH-4.2	1"-NPT	CONO LLENO	46°	13.1	80.0 MÍNIMO	18 (2 POR BOMBA)

CONDICIONES DE PROCESO	DISEÑO: 14/33 OPERACION: 14/33 SERVICIO/FASE: 14/33 ASISTENTE: 14/33 NOVED: 14/33	REVISIONES	REV. FECHA: A/Ene/2008 PARA REVISION Y APROBACION DIBUJO: ALR REVISO: ALR APROBADO: HNR DIBUJO NO. A-00-001 DISEÑO: 14/33 OPERACION: 14/33 SERVICIO/FASE: 14/33 ASISTENTE: 14/33 NOVED: 14/33	DIBUJOS DE REFERENCIA	DIBUJO NO. A-00-001 DISEÑO: 14/33 OPERACION: 14/33 SERVICIO/FASE: 14/33 ASISTENTE: 14/33 NOVED: 14/33	APROBACIONES DE PERMISOS	INGENIERO ESPECIALISTA: FECHA: DIRECTOR DE PROYECTO: FECHA: SUPERVISOR DE MUESTRA: FECHA: JEFE DE PROYECTO: FECHA:
INGENIERIA Y ADMINISTRACION DE PROYECTOS							
DIBUJO ELABORADO EN: MEXICO, D. F. FECHA: 14/33/08 PROYECTO NO. 70-266							
ESCALAS: 1:1		MATERIAL: 1:1		LOCALIZACION DEL PROYECTO: TAMALULPAS		NUMERO DEL DIBUJO: DS-05-300 A	
REV. 1 NOMBRE DEL ARCHIVO: DS05300A.dwg							



CONDICIONES DE PROCESO	
DESIGNO INICIAL	1000 GPM
OPERACION	500 GPM
ASAMBLAJE	1000 GPM
NOTAS	

Y 100-50-50
 100-50-50 - 100 GPM

DETALLE 1
 (MONITOR EN RED CONTRA INCENDIO SUBTERRANEA) S/ESC.

DETALLE 2
 (MONITOR) S/ESC.

DETALLE 3
 (MONITOR HIRANTE DE 500 GPM C/TOMA PARA CAMION) S/ESC.

DETALLE 4
 (MONITOR DE 500 GPM CON ACCIONAMIENTO HIDRAULICO) S/ESC.

DETALLE 5
 (MONITOR HIRANTE DE 1000 GPM) S/ESC.

DETALLE 6
 (MONITOR HIRANTE DE 1000 GPM C/TOMA PARA CAMION) S/ESC.

NOTAS GENERALES

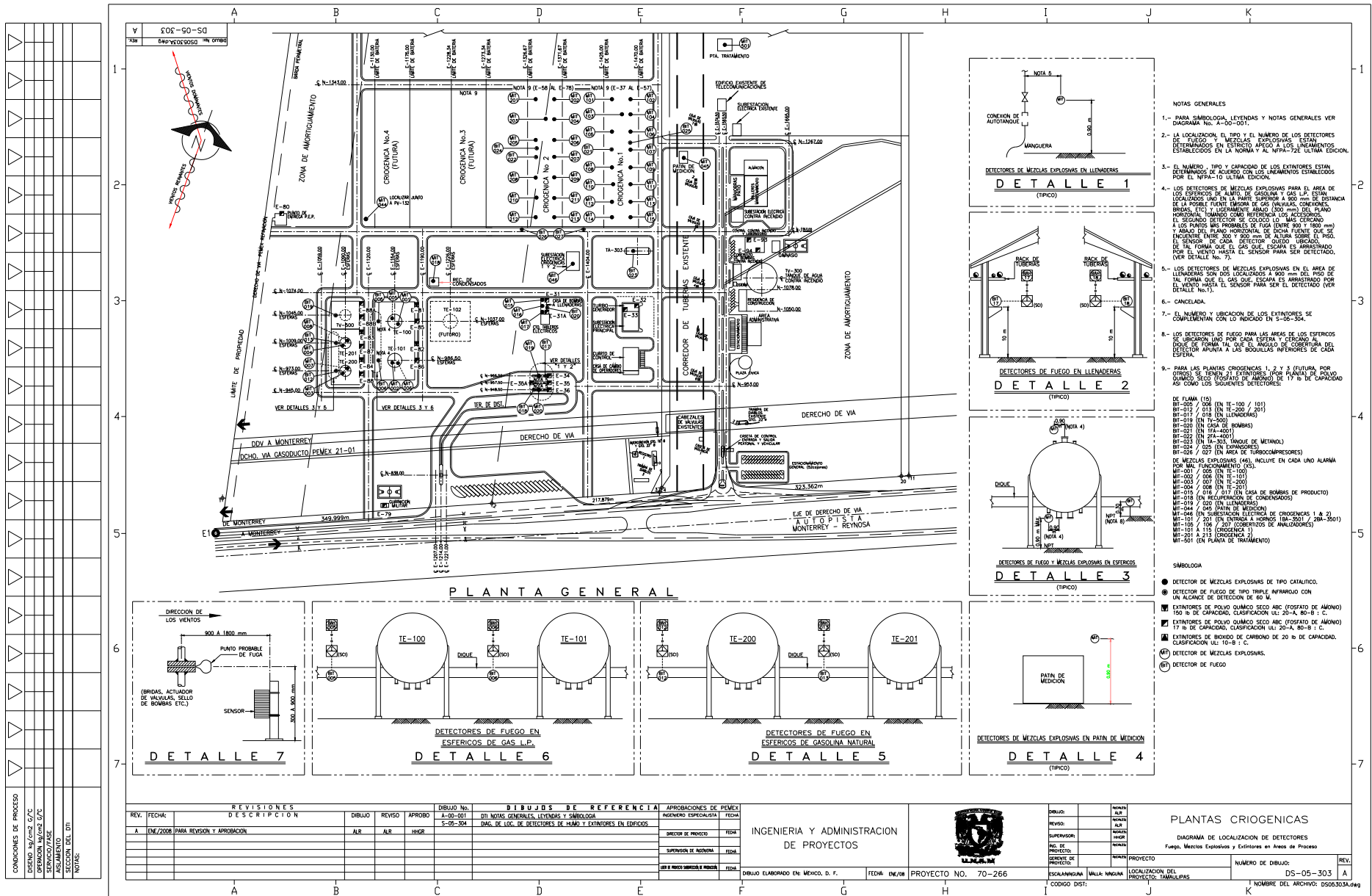
- 1.- LA RED GENERAL DE AGUA CONTRA INCENDIO ESTA DISEÑADA EN ESTRICTO ACUERDO CON EL CODIGO N.T.P.A. APLICABLE.
- 2.- EL NUMERO DE MONITORES-HIRANTE PARA CADA UNA DE LAS PLANTAS CRIOGENICAS ESTA DE ACUERDO A LAS AREAS MAS CRITICAS O CON MAYOR DENSIDAD DE EQUIPO.
- 3.- LA RED GENERAL DE AGUA CONTRA INCENDIO ESTA DISEÑADA CONSIDERANDO UNA PRESION MINIMA DE 100 PSIG A PIE DEL HIRANTE MAS LEJANO DE LA RED.
- 4.- LA RED GENERAL DE AGUA CONTRA INCENDIO ESTA DISEÑADA CONSIDERANDO UN RANGO DE VELOCIDAD ENTRE 10 Y 15 PIES/SEG COMO MAXIMO, SALVO EN AQUELLOS TRAMOS EN QUE EL BALANCE INDIQUE QUE ESTO NO ES FACTIBLE.
- 5.- CANCELADA.
- 6.- DOCUMENTO GENERADO PARA PROPOSITOS DE EXPLICACION DE DIBUJOS.

REVISIONES		DIBUJO		DISEÑO		DIBUJOS DE REFERENCIA		APROBACIONES DE PERMISO		
REV.	FECHA	PARA REVISION Y APROBACION	REVISOR	APROBADO	FECHA	DI NOMBRES ESFERICOS (20,000 BLS) TE-100/101	DI RECIPIENTES ESFERICOS (20,000 BLS) TE-100/101	DI SISTEMA CONTRA INCENDIO, RED GENERAL	ACUERDO ESPECIALIZADO	FECHA
1	ENE/2008		ALR	ALR	HHR	05-06-301	05-06-502			

INGENIERIA Y ADMINISTRACION DE PROYECTOS										
DISEÑO ELABORADO EN: MEXICO, D. F.	FECHA:	PROYECTO NO. 70-266	ESCALAS:	LOCALIZACION DEL PROYECTO: TAMALULPAS						

PLANTAS CRIOGENICAS
 DIAGRAMA DE TUBERIAS E INSTRUMENTACION (DETALLES)
 red general de agua contra incendio

NUMERO DE DIBUJO: DS-05-501 A
 NOMBRE DEL ARCHIVO: DS05501A.dwg



CONDICIONES DE PROCESO	CONDICIONES DE PROYECTO
DISEÑO INSTRUMENTAL G/C	DISEÑO INSTRUMENTAL G/C
OPERACION INSTRUMENTAL G/C	OPERACION INSTRUMENTAL G/C
SERVICIO/FASE	SERVICIO/FASE
ASIGNAMIENTO	ASIGNAMIENTO
FECHA DEL DTA	FECHA DEL DTA
FECHA DEL DTA	FECHA DEL DTA

REVISIONES

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIBUJO	REVISO	APROBO
A	ENE/2008	PARA REVISION Y APROBACION	ALR	ALR	IHRH

DIBUJOS DE REFERENCIA

DIBUJO No.	NOTAS GENERALES, LEYENDAS Y SIMBOLOGIA	APROBACIONES DE PEMEX
1-100-001	DIAGRAMA DE LOCALIZACION DE HALLS Y EXTINTORES EN EDIFICIOS	INGENIERO ESPECIALISTA FECHA
5-05-304		INGENIERO ESPECIALISTA FECHA
		INGENIERO ESPECIALISTA FECHA
		INGENIERO ESPECIALISTA FECHA
		INGENIERO ESPECIALISTA FECHA

INGENIERIA Y ADMINISTRACION DE PROYECTOS

DIBUJO ELABORADO EN: MEXICO, D. F. FECHA: ENE/08 PROYECTO NO. 70-266



DIBUJO	MANUEL ALAR
REVISO	MANUEL ALAR
SUPERVISOR	MANUEL ALAR
NO. DE PROYECTO	MANUEL ALAR
CLIENTE DE PROYECTO	MANUEL ALAR
ESCALA/GRABADO	MANUEL ALAR
CODIGO DIST.	MANUEL ALAR

PLANTAS CRIOGENICAS

DIAGRAMA DE LOCALIZACION DE DETECTORES

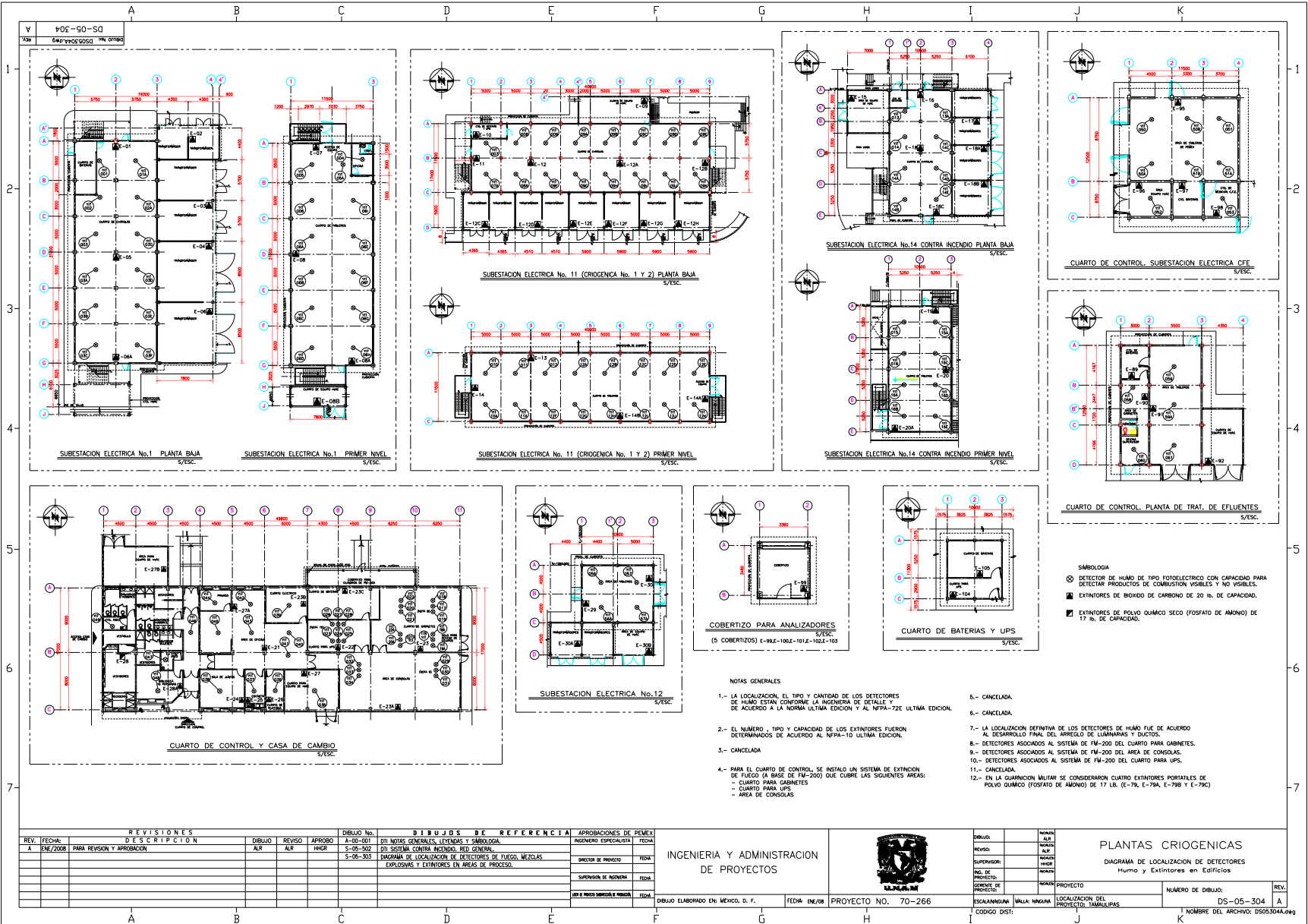
Fuego, Mezclas Explosivas y Extintores en Areas de Proceso

NUMERO DE DIBUJO: DS-05-303 A

REV. DS-05-303 A

NOMBRE DEL ARCHIVO: DS05303A.dwg

CONDICIONES DE PROCESO	
DISEÑO	INGENIERO
OPERACION	MAQUINISTA
ESPECIFICACIONES	INGENIERO
ASAMBLAJE	MAQUINISTA
NOTAS	



VIII. Lista de Líneas

	<i>Facultad de Química</i>	No: LL-A-001
	PLANTAS CRIOGÉNICAS	Rev. 0 Fecha: 17/01/2008

INDICE DE LINEAS

PROYECTO: **PLANTAS CRIOGÉNICAS**

0	Aprobado para diseño	17-Ene-06	
REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	FIRMA

	INDICE DE LINEAS				INGENIERÍA	
					PROCESO	
	ELABORÓ: ALR	REVISÓ ALR	APROBÓ	REVISIÓN 0	FECHA 17-Ene-08	

	LISTA DE LINEAS INTEGRACION DE AREAS Y SERVICIOS AUXILIARES	No. LL-A-001 <hr/> Rev. 0 <hr/> Fecha: Ene 2008
--	--	---

Rev.	No. DE LINEA						ESP. AISL. mm	No. CIRCUITO	SERVICIO	FASE	No. DTI	DE	A	COND. DE OPERACION		COND. DE DISENO		ANÁLISIS DE ESFUERZO	PWHT	PRESIÓN MIN. DE PRUEBA	COMENTARIOS
	DIA PULG	DES SERV	AREA	No.	CLASE	COD. DE AISL.								PRESIÓN kg/cm ²	TEMP °C	PRESIÓN kg/cm ²	TEMP °C				
6	ACI	05	400	T1B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-500	TC-400	BA-400C	0.75 kg/cm2(a)	25	1.75	53					
4	ACI	05	401	T1B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-500	BA-400C	TV-300		3.1	25	3.5	53				
24	ACI	05	403	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-500	TV-300	CABEZAL		1.22	25	1.75	53				
12	ACI	05	404	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-500	24"-ACI-05-403-T9B	BA-500		1.22	25	1.75	53				
12	ACI	05	405	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-500	24"-ACI-05-403-T9B	BA-501		1.22	25	1.75	53				
12	ACI	05	406	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-500	24"-ACI-05-403-T9B	BA-502		1.22	25	1.75	53				
12	ACI	05	407	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-500	24"-ACI-05-403-T9B	BA-503R		1.22	25	1.75	53				
6	ACI	05	408	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-500	24"-ACI-05-403-T9B	BA-504		1.22	25	1.75	53				
10	ACI	05	409	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-500	BA-500	16"-ACI-05-414-T9B		10.55	25	14	53				
10	ACI	05	410	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-500	BA-501	16"-ACI-05-414-T9B		10.55	25	14	53				
10	ACI	05	411	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-500	BA-502	16"-ACI-05-414-T9B		10.55	25	14	53				
10	ACI	05	412	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-500	BA-503R	16"-ACI-05-414-T9B		10.55	25	14	53				
4	ACI	05	413	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-500	BA-504	16"-ACI-05-414-T9B		10.55	25	14	53				
16	ACI	05	414	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-500	10"-ACI-05-418-T9B	16"-ACI-05-415-T9B		10.55	25	14	53				
16	ACI	05	415	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-500 S-05-502	16"-ACI-05-414-T9B	16"-ACI-05-416-T9B		10.55	25	14	53				
16	ACI	05	416	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-502	16"-ACI-05-415-T9B	16"-ACI-05-432-T9B		10.55	25	14	53				
10	ACI	05	418	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-500	16"-ACI-05-414-T9B	8"-ACI-05-419-T9B		10.55	25	14	53				
8	ACI	05	419	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-500	10"-ACI-05-418-T9B	10"-ACI-05-431-T9B		10.55	25	14	53				
3	ACI	05	420	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-301	6"-ACI-05-467-T9B	ANILLO ASPERSION		7.45	25	10.5	53				
4	ACI	05	421	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-301	8"-ACI-05-467-T9B	ANILLO ASPERSION		7.95	25	10.5	53				
3/4	ACI	05	423	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-500	10"-ACI-05-409-T9B	PSV-102		12.3	25	14	53				
1	ACI	05	424	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-500	PSV-102	10"-ACI-05-431-T9B		12.3	25	14	53				
3/4	ACI	05	425	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-500	10"-ACI-05-410-T9B	PSV-103		12.3	25	14	53				
1	ACI	05	426	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-500	PSV-103	10"-ACI-05-431-T9B		12.3	25	14	53				

	LISTA DE LINEAS INTEGRACION DE AREAS Y SERVICIOS AUXILIARES	No. LL-A-001
		Rev. 0
		Fecha: Ene 2008

Rev.	No. DE LINEA						ESP. AISL. mm	No. CIRCUITO	SERVICIO	FASE	No. DTI	DE	A	COND. DE OPERACION		COND. DE DISENO		ANÁLISIS DE ESFUERZO	PWHT	PRESIÓN MIN. DE PRUEBA	COMENTARIOS
	DIA PULG	DES SERV	AREA	No.	CLASE	COD. DE AISL.								PRESIÓN kg/cm²	TEMP °C	PRESIÓN kg/cm²	TEMP °C				
	3/4	ACI	05	427	T9B		NO	AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-500	10"-ACI-05-411-T9B	PSV-104	12.3	25	14	53					
	1	ACI	05	428	T9B		NO	AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-500	PSV-104	10"-ACI-05-431-T9B	12.3	25	14	53					
	6	ACI	05	429	T9B		NO	AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-500	10"-ACI-05-412-T9B	PSV-105	12.3	25	14	53					
	10	ACI	05	430	T9B		NO	AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-500	PSV-105	10"-ACI-05-431-T9B	12.3	25	14	53					
	10	ACI	05	431	T9B		NO	AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-500	CABEZAL	TV-300	12.3	25	14	53					
	16	ACI	05	432	T9B		NO	AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-502	16"-ACI-05-415-T9B	CABEZAL	10.55	25	14	53					
	14	ACI	05	433	T9B		NO	AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-502	16"-ACI-05-415-T9B	CABEZAL	10.55	25	14	53					
	14	ACI	05	434	T9B		NO	AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-502	16"-ACI-05-415-T9B	14"-ACI-05-433-T9B	10.55	25	14	53					
	14	ACI	05	435	T9B		NO	AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-502	16"-ACI-05-415-T9B	14"-ACI-05-433-T9B	10.55	25	14	53					
	14	ACI	05	436	T9B		NO	AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-502	16"-ACI-05-415-T9B	14"-ACI-05-433-T9B	10.55	25	14	53					
	14	ACI	05	437	T9B		NO	AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-502	14"-ACI-05-434-T9B	14"-ACI-05-435-T9B	10.55	25	14	53					
	3	ACI	05	438	T9B		NO	AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-302	6"-ACI-05-475-T9B	ANILLO ASPERSION	7.87	25	10.5	53					
	4	ACI	05	439	T9B		NO	AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-302	8"-ACI-05-475-T9B	ANILLO ASPERSION	8.37	25	11	53					
	8	ACI	05	440	T9B		NO	AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-502	16"-ACI-05-415-T9B	H-65	10.55	25	14	53					
	14	ACI	05	441	T9B		NO	AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-502	16"-ACI-05-432-T9B	16"-ACI-05-445-T9B	10.55	25	14	53					
	14	ACI	05	442	T9B		NO	AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-502	14"-ACI-05-441-T9B	16"-ACI-05-445-T9B	10.55	25	14	53					
	14	ACI	05	443	T9B		NO	AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-502	16"-ACI-05-432-T9B	14"-ACI-05-442-T9B	10.55	25	14	53					
	6	ACI	05	444	T9B		NO	AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-502	16"-ACI-05-432-T9B	14"-ACI-05-442-T9B	10.55	25	14	53					
	16	ACI	05	445	T9B		NO	AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-502	16"-ACI-05-432-T9B	14"-ACI-05-441-T9B	10.55	25	14	53					
	16	ACI	05	446	T9B		NO	AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-502	16"-ACI-05-432-T9B	16"-ACI-05-432-T9B	10.55	25	14	53					
	16	ACI	05	447	T9B		NO	AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-502	16"-ACI-05-432-T9B	16"-ACI-05-432-T9B	10.55	25	14	53					
	8	ACI	05	448	T9B		NO	AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-502	16"-ACI-05-432-T9B	14"-ACI-05-441-T9B	10.55	25	14	53					
	8	ACI	05	449	T9B		NO	AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-502	14"-ACI-05-441-T9B	14"-ACI-05-441-T9B	10.55	25	14	53					
	8	ACI	05	450	T9B		NO	AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-502	16"-ACI-05-432-T9B	14"-ACI-05-441-T9B	10.55	25	14	53					
	8	ACI	05	451	T9B		NO	AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-502	8"-ACI-05-450-T9B	14"-ACI-05-441-T9B	10.55	25	14	53					
	6	ACI	05	452	T9B		NO	AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-502	16"-ACI-05-432-T9B	8"-ACI-05-451-T9B	10.55	25	14	53					

	LISTA DE LINEAS INTEGRACION DE AREAS Y SERVICIOS AUXILIARES	No. LL-A-001
		Rev. 0
		Fecha: Ene 2008

Rev.	No. DE LINEA						ESP. AISL. mm	No. CIRCUITO	SERVICIO	FASE	No. DTI	DE	A	COND. DE OPERACION		COND. DE DISENO		ANÁLISIS DE ESFUERZO	PWHT	PRESIÓN MIN. DE PRUEBA	COMENTARIOS
	DIA PULG	DES SERV	AREA	No.	CLASE	COD. DE AISL.								PRESIÓN kg/cm ²	TEMP °C	PRESIÓN kg/cm ²	TEMP °C				
6	ACI	05	453	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-502	8"-ACI-05-451-T9B	8"-ACI-05-450-T9B	10.55	25	14	53					
3	ACI	05	454	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-300	6"-ACI-05-444-T9B	16"-ACI-05-432-T9B	9.14	25	14	53					
3	ACI	05	455	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-300	3"-ACI-05-454-T9B	3"-ACI-05-454-T9B	9.14	25	14	53					
8	ACI	05	456	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-300	14"-ACI-05-442-T9B	CABEZAL	9.5	25	14	53					
8	ACI	05	457	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-300	14"-ACI-05-441-T9B	CABEZAL	9.5	25	14	53					
3	ACI	05	458	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-300	8"-ACI-05-457-T9B	8"-ACI-05-456-T9B	9.5	25	14	53					
4	ACI	05	459	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-300	8"-ACI-05-457-T9B	8"-ACI-05-456-T9B	9.5	25	14	53					
3	ACI	05	460	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-300	8"-ACI-05-457-T9B	8"-ACI-05-456-T9B	9.5	25	14	53					
4	ACI	05	461	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-300	8"-ACI-05-457-T9B	8"-ACI-05-456-T9B	9.5	25	14	53					
3	ACI	05	462	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-300	8"-ACI-05-457-T9B	8"-ACI-05-456-T9B	9.5	25	14	53					
4	ACI	05	463	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-300	8"-ACI-05-457-T9B	8"-ACI-05-456-T9B	9.5	25	14	53					
3	ACI	05	464	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-300	8"-ACI-05-457-T9B	8"-ACI-05-456-T9B	9.5	25	14	53					
8	ACI	05	466	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-301	8"-ACI-05-483-T9B	ANILLO ASPERSION	7.95	25	10.5	53					
8	ACI	05	467	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-301	8"-ACI-05-482-T9B	ANILLO ASPERSION	7.03	25	10.5	53					
3	ACI	05	468	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-301	8"-ACI-05-466-T9B	ANILLO ASPERSION	8.5	25	10.5	53					
2 ½	ACI	05	469	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-301	8"-ACI-05-466-T9B	ANILLO ASPERSION	8.79	25	10.5	53					
8	ACI	05	470	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-301	8"-ACI-05-485-T9B	ANILLO ASPERSION	7.95	25	10.5	53					
8	ACI	05	471	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-301	8"-ACI-05-484-T9B	ANILLO ASPERSION	7.03	25	10.5	53					
3	ACI	05	472	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-301	8"-ACI-05-470-T9B	ANILLO ASPERSION	8.5	25	10.5	53					
2 ½	ACI	05	473	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-301	8"-ACI-05-470-T9B	ANILLO ASPERSION	8.79	25	10.5	53					
8	ACI	05	474	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-302	8"-ACI-05-487-T9B	ANILLO ASPERSION	9.84	25	14	53					
8	ACI	05	475	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-302	8"-ACI-05-486-T9B	ANILLO ASPERSION	7.38	25	10.5	53					
3	ACI	05	476	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-302	8"-ACI-05-474-T9B	ANILLO ASPERSION	8.79	25	10.5	53					
2 ½	ACI	05	477	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-302	8"-ACI-05-474-T9B	ANILLO ASPERSION	8.93	25	11	53					
8	ACI	05	478	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-302	8"-ACI-05-489-T9B	ANILLO ASPERSION	9.84	25	14	53					
8	ACI	05	479	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-302	8"-ACI-05-488-T9B	ANILLO ASPERSION	7.38	25	10.5	53					

	LISTA DE LINEAS INTEGRACION DE AREAS Y SERVICIOS AUXILIARES	No. LL-A-001
		Rev. 0
		Fecha: Ene 2008

Rev.	No. DE LINEA						ESP. AISL. mm	No. CIRCUITO	SERVICIO	FASE	No. DTI	DE	A	COND. DE OPERACION		COND. DE DISENO		ANÁLISIS DE ESFUERZO	PWHT	PRESIÓN MIN. DE PRUEBA	COMENTARIOS
	DIA PULG	DES SERV	AREA	No.	CLASE	COD. DE AISL.								PRESIÓN kg/cm ²	TEMP °C	PRESIÓN kg/cm ²	TEMP °C				
3	ACI	05	480	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-302	8"-ACI-05-478-T9B	ANILLO ASPERSION	8.79	25	10.5	53					
2 ½	ACI	05	481	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-302	8"-ACI-05-478-T9B	ANILLO ASPERSION	8.93	25	10.5	53					
8	ACI	05	482	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-301	16"-ACI-05-446-T9B	16"-ACI-05-432-T9B	10.55	25	14	53					
8	ACI	05	483	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-301	16"-ACI-05-446-T9B	16"-ACI-05-432-T9B	10.55	25	14	53					
8	ACI	05	484	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-301	16"-ACI-05-446-T9B	16"-ACI-05-432-T9B	10.55	25	14	53					
8	ACI	05	485	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-301	16"-ACI-05-446-T9B	16"-ACI-05-432-T9B	10.55	25	14	53					
8	ACI	05	486	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-302	16"-ACI-05-432-T9B	16"-ACI-05-447-T9B	10.55	25	14	53					
8	ACI	05	487	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-302	16"-ACI-05-432-T9B	16"-ACI-05-447-T9B	10.55	25	14	53					
8	ACI	05	488	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-302	16"-ACI-05-432-T9B	16"-ACI-05-447-T9B	10.55	25	14	53					
8	ACI	05	489	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-302	16"-ACI-05-432-T9B	16"-ACI-05-447-T9B	10.55	25	14	53					
6	ACI	05	490	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-502	16"-ACI-05-446-T9B	16"-ACI-05-432-T9B	10.55	25	14	53					
4	ACI	05	492	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-305	4"-ACI-05-493-T9B	ANILLO ASPERSION	9.98	25	14	53					
4	ACI	05	493	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-305	16"-ACI-05-432-T9B	16"-ACI-05-447-T9B	9.98	25	14	53					
3	ACI	05	494	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-301	6"-ACI-05-471-T9B	ANILLO ASPERSION	7.45	25	10.5	53					
4	ACI	05	495	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-301	8"-ACI-05-471-T9B	ANILLO ASPERSION	7.95	25	10.5	53					
3	ACI	05	496	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-302	6"-ACI-05-479-T9B	ANILLO ASPERSION	7.87	25	10.5	53					
4	ACI	05	497	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-302	8"-ACI-05-479-T9B	ANILLO ASPERSION	8.37	25	10.5	53					
4	ACI	05	498	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-305	16"-ACI-05-434-T9B	16"-ACI-05-433-T9B	9.35	25	14	53					
4	ACI	05	499	T9B		NO		AGUA CONTRA INCENDIO	L	S-05-305	16"-ACI-05-435-T9B	16"-ACI-05-436-T9B	9.35	25	14	53					
2 ½	ECI	05	510	T9B		NO		ESPUMA CONTRA INCENDIO	L	S-05-305	TOMA	4"-ECI-05-511-T9B	2.8	25	3.5	53					
4	ECI	05	511	T9B		NO		ESPUMA CONTRA INCENDIO	L	S-05-305	2½"-ECI-05-510-T9B	TV-500	2.8	25	3.5	53					
2 ½	ECI	05	512	T9B		NO		ESPUMA CONTRA INCENDIO	L	S-05-305	TOMA	4"-ECI-05-513-T9B	2.8	25	3.5	53					
4	ECI	05	513	T9B		NO		ESPUMA CONTRA INCENDIO	L	S-05-305	2½"-ECI-05-512-T9B	4"-ECI-05-511-T9B	2.8	25	3.5	53					
2 ½	ECI	05	514	T9B		NO		ESPUMA CONTRA INCENDIO	L	S-05-305	TOMA	TV-500	7.0	25	10.5	53					

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

- El uso adecuado del presente trabajo de investigación proporciona una reducción considerable del tiempo de ejecución de los proyectos, además da soluciones adecuadas a problemas durante el desarrollo de un proyecto para un sistema contra incendio.
- La aplicación de la seguridad no debe considerarse como un fin en sí mismo, es mas bien un medio para alcanzar los objetivos primordiales de orden legal, social, técnico, económico, aplicando medidas que anulen, disminuyan o transfieran los riesgos existentes mediante el empleo de sistemas preventivos, correctivos y de ataque de riesgos.
- Las guías y criterios de diseño tratados en el presente trabajo son útiles para ser tomados como referencia y base en el desarrollo de los documentos que componen a la ingeniería de detalle.
- La ingeniería de seguridad en su rama de contra incendios engloba todos los factores de riesgo que pueden dar lugar a accidentes, de los cuales se produzca daños a personas, bienes materiales y al ecosistema.
- La exploración, explotación, transformación, distribución del petróleo y de sus productos derivados hace que prácticamente en todo el territorio nacional exista algún tipo de instalación de ahí su importancia de aplicar la seguridad para la preservación del medio ambiente.
- El ingeniero diseñador de sistemas contra incendio con la ayuda del presente trabajo de investigación tendrá los conocimientos generales y los criterios básicos para la selección, distribución y diseño de los sistemas de protección contra incendio, involucrando el análisis y la determinación del riesgo.
- La difusión de los conocimientos, el registro de la experiencia y la promoción de la investigación son acciones fundamentales y permanentes, por lo que el ingeniero especialista en seguridad deberá estar siempre actualizado; esforzándose en conocer y seguir las recomendaciones surgidas de los nuevos avances en la técnica y de la experiencia de las futuras generaciones de especialistas en ingeniería de diseño.
- Adicionalmente el primer reto que se tiene con las instalaciones contra incendio existentes, está en realizar la ingeniería para hacer que cumpla con la normativa, por lo que se debe comenzar por evaluar lo existente y tener la creatividad para aprovechar lo más posible lo que se tiene a fin de optimizar la inversión y que se cumpla con la normativa. El siguiente aspecto que se tiene que considerar es que para lograr lo anterior, solo se puede lograr con profesionales con alto nivel de ética que sólo se dediquen al desarrollo de ingeniería en protección contra incendio, para que no presenten conflicto de intereses al estar relacionados con la venta o instalación de equipos contra incendio, para poder tener un criterio justo, equitativo y sin compromisos.

- Con el fin de prevenir el conflicto de intereses antes mencionado, se requiere que en un proyecto contra incendio, la ingeniería sea elaborada por personas totalmente desligadas de los que harán la procura y la instalación. De igual forma, un bufete de ingeniería en general no está en condiciones de abordar adecuadamente estos proyectos, sino que se requiere bufetes altamente especializados en protección contra incendio para que se cuente con la experiencia necesaria para su desarrollo. La ingeniería en protección contra incendio tiene un grado de especialidad equivalente a la ingeniería de proceso, ingeniería en dinámica y control de procesos, ingeniería en análisis de esfuerzos, ingeniería en diseño de estructuras, etc.

BIBLIOGRAFIA

Bibliografía

1. *Manual de Procedimientos de Ingeniería de Diseño*. PEMEX. 1990.
2. *Manual de Protección contra Incendios NFPA*. 17° Edición. Ed. MAPFRE. España 1991.
3. *Fire Protection Handbook NFPA*. 19° Edition. USA 2003.
4. *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*. 3rd. Edition. 2002.
5. Ludwig, Ernest E. *Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants*. Vol 1. New York, USA 1988.
6. Morales López, Rafael y Hernández Martínez, Rosalba. *Prevención y Combate de Incendios*. Instituto de Capacitación de la Industria de la Construcción. 1984.
7. Moncada, Jaime Andres. "El sector petrolero y su influencia en la protección contra incendios". *NFPA Journal Latinoamericano*. Argentina. Año 9 No. 1. Marzo 2007.
8. Domínguez Betancourt, Ramón. "La protección contra incendio en la industria petrolera y petroquímica en Latinoamérica". *NFPA Journal Latinoamericano*. Argentina. Año 9 No. 1. Marzo 2007.
9. Shannon, James M. "Establishing a culture of safety". *NFPA Journal*. USA. Volume 101, Number 2.
10. Norma de Seguridad y Contra Incendio para Tanques de Almacenamiento de Productos Inflamables y Combustibles de PEMEX Refinación. DG-GPASI-SI-3600 Rev. 7. 1997.
11. *Process Utility Manual*. Fluor Daniel. Vol.41 Air, fuel and water systems. Fire Protection. 1993.
12. *National Fire Protection Association*.
 - NFPA 10 Standard for Portable Fire Extinguishers. USA. Edition 2007
 - NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler Systems. USA. Edition 2007
 - NFPA 14 Standard for the Installation of Standpipes and Hose Systems. USA. Edition 2007
 - NFPA 15 Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection. USA. Edition 2007
 - NFPA 20 Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection. USA. Edition 2007
 - NFPA 22 Standard for Water Tanks for Private Fire Protection. USA. Edition 2008
 - NFPA 72 National Fire Alarm Code. USA. Edition 2007

- NFPA 10 Life Safety Code. USA. Edition 2006

13. NOM-S-1988 Normas Mexicanas de Espumas.

Catálogos:

14. Spraying System Co. Boquillas de Aspersión y Accesorios.

15. National Foam- Manual de Ingeniería

16. ANSUL- Foam Systems Design and Applications

17. Clayton de México, S.A. Válvulas Automáticas y de Control