

69



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

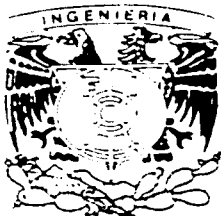
FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN SISTEMA CONTRA INCENDIO
PARA UNA PLANTA PROCESADORA DE
MADERA**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO-ELECTRICISTA
(ÁREA MECÁNICA)**

**PRESENTA:
RAFAEL ÁNGEL REYES GARCÍA**



DIRECTOR DE TESIS: DR. FRANCISCO SOLORIO ORDÁZ

CIUDAD UNIVERSITARIA.

OCTUBRE 2002

**TESIS CON
CALA DE ORIGEN**



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.

A mis padres:

Por haberme dado todo lo necesario para ser lo que soy

*A mi papá (q. e. p.d) quien me alentó y con el que pude
compartir muchas de mis inquietudes.*

A mis hermanos por el afecto y el apoyo que me han dado.

*A mis amigos: Gabriel Urreola, Juan Batista, Eduardo
Hernández, Daniel Castañeda, Raúl Villamil, Mauricio Villegas, Javier
Gutiérrez y a todos los que hicieron posible la realización de este trabajo*

*A todos ellos y a los que en la vida me han brindado su apoyo y
amistad, de verdad, muchísimas gracias.*

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I.- DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA	4
CAPITULO II.- ANÁLISIS DE RIESGOS.	8
II.1.- Clasificación de fuegos.	8
II.2.- Clasificación de riesgos	8
II.3.- Análisis de Riesgos por Área.	9
CAPITULO III.- DISEÑO DEL SISTEMA.	11
III.1 - Diseño del sistema para cada área.	12
III.2.- Arreglo general de la red.	29
CAPITULO IV.- SELECCIÓN DE EQUIPO.	31
IV.1 - Extintores portátiles	31
IV.2.- Sistemas de hidrantes	31
IV.3.- Bombas y motores	33
IV.4.- Tableros de control	35
IV.5.- Tubería y accesorios	35
IV.6.- Sistemas de rociadores automáticos.	37
IV.7.- Equipo de detección, alarma y supervisión.	38

CONCLUSIONES	39
Apexos:	40
Apexo A.- Figuras	41
Apexo B.- Tablas	69
Referencias Bibliográficas	74

INTRODUCCION

Este estudio tiene por objeto elaborar el diseño de un sistema de protección contra incendio para una planta procesadora de madera. El diseño se hace tomando como base las instalaciones de una planta industrializadora de madera en rollo (PROTIMBOS.- Protectora e Industrializadora de Bosques), ubicada en el Municipio de Zinacantepec, cerca de la ciudad de Toluca, Estado de Mexico. La importancia de este estudio radica en que a pesar de que existen pocas plantas de este tamaño en la República, cada una de las áreas que la conforman podría constituir por si misma una de las muchas industrias de este género que están diseminadas por todo el país. Además, el estudio que se hace de esta planta puede servir como guía de Seguridad Industrial para las compañías dedicadas al aprovechamiento de este recurso.

Las principales fuentes de información sobre este tema las constituyen los códigos y estándares de la Asociación Norteamericana de Protección Contra Incendio ("N.F.P.A." por sus siglas en Inglés), las normas de las compañías de seguros y las propias de las empresas, ya sean de manufactura, químicas o petroquímicas. En nuestro país, cuando el usuario y las compañías de seguros consideran que el riesgo no es muy alto se utilizan las normas de la Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros ("AMIS" por sus siglas en Español) sin embargo, cuando se trabajan o almacenan productos que se consideran muy riesgosos es común que las mismas compañías de seguros exijan que se utilicen las normas de la N F P A o bien que se combinen con alguna otra norma o procedimiento propio de la industria de que se trate. Este proyecto se efectúa basándose principalmente en las normas y estándares de la N F P A aunque también se consideran criterios propios de la industria petrolera mexicana.

El trabajo inicia (capítulos I y II) haciendo una descripción física de la planta y de los productos que se manejan en ella, así como de las actividades que se efectúan en cada área para determinar el tipo y tamaño de incendio que dichas actividades pueden provocar. Esta información permite localizar en los manuales de protección contra incendio la forma o formas de minimizar los daños que se pudieran presentar en caso de un siniestro generado en estas circunstancias. En dichos manuales se puede obtener la información básica para determinar cuales son los equipos y o sistemas adecuados para prevenir, combatir y o extinguir un incendio de tales características. También en ellos se señalan los folletos específicos donde se encuentra la información sobre las condiciones que deben cumplir dichos equipos o sistemas. Ya con esta información (capítulo III) es posible diseñar los sistemas mencionados y determinar las capacidades de los equipos que deben conformarlos, así como los accesorios necesarios para ellos.

Como resultado del análisis de las áreas que constituyen la planta se encontró que hay equipos y o sistemas que son de aplicación general y otros que resultan mas

específicos. Tal es el caso del Almacén de Madera Seca y la Fábrica de Muebles, donde además de requerir el uso de Extintores e Hidrantes se justifica la aplicación de Rociadores Automáticos. Para la Fábrica de Muebles se requieren además, incluir Colectores de Polvos los cuales, a su vez, deberán contar con Detectores de Chispas y estar protegidos por un Sistema Automático de Extinción del tipo húmedo. *Estos sistemas por ser de carácter multidisciplinario quedaron fuera del alcance de este proyecto.* Así mismo, es importante resaltar que ya que la finalidad de la protección contra incendio no es solo proteger las mercancías y las instalaciones sino también la vida de los ocupantes, no resulta extraño encontrar en una misma área la necesidad del uso de varios métodos de protección diferentes. Estos equipos y/o sistemas se determinaron de la siguiente manera.

a).- Para el cálculo de los extintores se usó el criterio de cobertura definido en el NFPA-10 de acuerdo al tamaño y tipo de riesgo.

b).- Para los sistemas de hidrantes se utilizaron las condiciones de operación y los criterios mencionados en el NFPA-14 y la velocidad de flujo de la norma de Pemex DG-GPASI-SI-3610. Para el caso de los hidrantes que sirven de apoyo a los sistemas de rociadores se utilizaron las adecuaciones que señala el NFPA-13 en cuanto a los flujos aplicables.

c).- Los sistemas de rociadores automáticos diseñados en este trabajo corresponden a sistemas que operan llenos de agua permanentemente y que están conectados a un sistema de bombeo de operación automática. Los sistemas fueron calculados hidráulicamente mediante la fórmula de Hazen & Williams y los diámetros utilizados corresponden a lo señalado en el NFPA-13 para el tipo de riesgo correspondiente. En este capítulo se mencionan también una serie de recomendaciones sumamente importantes para que las medidas de protección establecidas en este trabajo puedan ser realmente efectivas. Cabe hacer notar que aunque existen programas de computadora que determinan las condiciones de operación que debe cubrir la fuente de alimentación seleccionada, el presentar el procedimiento de cálculo manual permite conocer la forma en que dichos programas funcionan. Esto hace más objetivo dicho trabajo.

Una vez definidas las características a cumplir por los equipos y sistemas a utilizar, se procedió a hacer la selección de ellos en el capítulo IV con base en su disponibilidad en el mercado. Todos los equipos seleccionados cumplen con las clasificaciones y/o aprobaciones señaladas por el NFPA en sus diferentes folletos.

Por lo que corresponde a las referencias bibliográficas se hace notar que se utilizó el Sistema USA de Investigación Documental cuyas características señalan con superíndices en el texto las referencias bibliográficas utilizadas. De igual forma, un superíndice precedido por el año corresponde al número de la edición del documento citado. Por ej.

⁷⁵ Dornbuch, Rudgier *Macroeconomía*. EDITORIAL MACGRAW-HILL. México 1993⁵. indica que se trata de la 5ª. edición del libro "Macroeconomía" y que esta corresponde al año de 1993.

Finalmente, en las conclusiones se hace notar que la protección contra incendio es una parte de la seguridad industrial y personal que se ve afectada indirectamente por otros factores. Como esto convierte esta área del conocimiento en una verdadera especialidad pues implica la participación de diferentes disciplinas, el presente trabajo puede servir como una primera aproximación para que el lector tenga una idea de los equipos y/o sistemas de protección contra incendio existentes, así como de las medidas de seguridad necesarias para la operación de las plantas en las que se efectúan estas labores.

CAPITULO I

DESCRIPCION DE LA PLANTA

LOCALIZACION.

La planta sobre la que se desarrolla este estudio se localiza al Suroeste de la Ciudad de México, en el municipio de Zinacantepec, cerca de la Cd. de Toluca, Estado de México. Esta planta por encontrarse en la ruta Guadalajara - Michoacán - México cuenta con grandes facilidades para el abastecimiento continuo de materia prima así como para la distribución de sus productos hasta los centros de consumo, principalmente el área metropolitana de la Ciudad de México.

Esta planta tiene la ventaja de que no solamente se dedica al corte de la madera sino que se ocupa además de procurar la sustentabilidad del recurso. Por ello, cuenta con áreas que van desde la germinación de las semillas (viveros) hasta la producción de muebles y casas de madera. Esto es, no solo a producir materiales para ser aprovechados por otras industrias sino a elaborar productos con un valor agregado superior al que tendría la madera simplemente como materia prima (ver fig. F-01 Arreglo General de la Planta).

A continuación se presenta una breve descripción de cada una de las áreas y las labores que en ellas se efectúan, con lo cual se podrá hacer una evaluación de los parámetros que participan en el diseño de este proyecto.

1. - CASETA DE VIGILANCIA

Esta es un área pequeña (2.85 x 5.00 m) que se localiza junto a la entrada de la planta. La caseta tiene muros de madera y techos de lámina de asbesto. Cuenta con algunos muebles de oficina e instalación eléctrica para alumbrado. En ella se localizan permanentemente dos vigilantes cuya labor es llevar a cabo el control del acceso de personas y materiales a la planta. Esto da lugar a que haya circulación frecuente de vehículos frente a ella.

2. - DIRECCION

Esta instalación está formada por una casa de madera de 12.00 x 8.50 m con techo de "dos aguas". La casa es de una sola planta y dentro de ella se encuentran las oficinas del Director, el Gerente y algunas secretarías con su respectivo mobiliario. Cuenta desde luego con instalación eléctrica y sus protecciones.

3. - OFICINAS ADMINISTRATIVAS.

Este es un edificio de dos niveles, de 10.00 x 40.00 m. construido con materiales pétreos en el cual laboran hombres y mujeres durante un turno. Ellos son los encargados de llevar a cabo las actividades técnicas, administrativas y comerciales de la planta.

4. - PATIO DE ALMACENAMIENTO DE TRONCOS.

Esta es un área de terracería lo suficientemente grande para poder surtir de materia prima durante periodos de escasez. En ella se descargan los troncos mediante monta-cargas que cuentan con uñas en forma de garra. Con estos vehículos se alimenta la madera a las zonas de aserrio (ver fig. F-01).

5. - ASERRADEROS.

Este es un conjunto formado por varios edificios con techo abovedado. El techo está cubierto con laminas de asbesto que descansan sobre armaduras ligeras de acero sostenidas por columnas de concreto. Los edificios carecen de muros excepto en el área de mantenimiento pues los muros "Norte" y "Este" de dicha zona son de materiales pétreos y los otros dos de madera (ver fig. F-05). Algo similar sucede con los transportadores de desperdicio en trozo pues cuentan a los lados con canceles de madera con una altura aproximada de 1.80 m y un claro de 30 cm entre el piso y estos.

En el área de aserraderos la madera en rollo se recibe y se monta sobre un carro con movimiento alternativo. Este carro se encuentra frente a la sierra cinta principal. La sierra efectúa los cortes longitudinales mediante los cuales se obtienen tablas de los espesores seleccionados. Estas tablas pasan mediante un transportador de rodillos a una máquina Canteadora donde es removida la corteza de sus extremos. Por este mismo medio se transporta el material hasta una sierra circular que remueve las puntas o "cabezas", razón por la cual se le llama "Cabeceadora". De ahí un transportador de cadena traslada la madera ya con las dimensiones finales al área de clasificación de madera verde. En esta zona la madera se clasifica y se apila sobre tarimas para ser trasladada con montacargas a las áreas de secado, ya sea al aire libre o en las estufas.

Las dos sierras cintas principales tienen bajo ellas una banda transportadora que recoge y extrae la mayor parte del aserrín generado en ellas y lo deposita en unos silos para ser vendido posteriormente. Los recortes y sobrantes son reprocesados en máquinas más pequeñas. La corteza y los desperdicios son pulverizados en una máquina "Astilladora" y enviados mediante otra banda transportadora a otro silo para su almacenamiento y posterior venta, todas estas máquinas son accionadas por motores eléctricos y cuentan con los dispositivos necesarios para su protección y control también eléctrico.

6. - SUBESTACION.

En el claro ubicado entre las dos áreas de beneficio se encuentra la subestación. La zona está limitada por una malla de alambre de 15.50 x 10.00 m. aproximadamente y contiene dos transformadores tipo interperie de 500 KVA cada uno los cuales alimentan los sistemas de fuerza y alumbrado de los aserraderos además de contar con sus respectivos tableros (ver fig. F-05).

7. - COMEDOR.

Este es un edificio de madera de 13.00 x 31.00 m. con techo a dos aguas. En su interior encontramos unas parrillas eléctricas para calentar alimentos, así como conjuntos de sillas y mesas para ser usadas por los trabajadores.

8. - ALMACEN DE MADERA SECA.

Este es un cobertizo de 18.00 x 120.00 m. x 5.00 de alto con techo a dos aguas. El techo está formado por laminas de asbesto-cemento soportadas por armaduras ligeras que descansan sobre columnas de concreto. En esta zona se almacenan mediante montacargas grandes cantidades de madera en estibas de 3.50 m. Esta madera ha sido previamente deshidratada para evitar que se modifiquen por esa razón su forma y dimensiones originales

9. - ESTUFAS DE SECADO.

Este es un edificio de 46.00 x 52.00 m x 5.00 m. de alto construido con materiales pétreos. En éste se efectúa la deshidratación de la madera colocando las estibas en el interior de unas cámaras (ver fig. F-08) Estas cámaras tienen unos tubos aletados por los que se hace pasar vapor para aumentar la temperatura del cuarto. El vapor necesario se obtiene mediante dos calderas, mismo que debe estar presente mientras dichas estufas esten funcionando. Junto a ellas encontramos el Suavizador de Agua de Alimentación y el Tanque de Condensados. Atras de las estufas de "alta temperatura" encontramos un pasillo de 2.00 m. de ancho donde se ubican los dispositivos de control de estas (indicadores, registradores, válvulas de control, etc).

10.- FABRICA DE MUEBLES.

La fábrica de muebles es un edificio de 45.00 x 60.00 m. con techo abovedado de asbesto y lámina translúcida. El techo está sostenido por armaduras ligeras que descansan sobre otras de perfil estructural también ligero. El edificio está destinado a la producción de 4 líneas diferentes de muebles. a) Muebles escolares. b) Muebles especiales y molduras c) Muebles de oficina. d) Muebles del hogar.

El proceso comienza al recibir la madera seca a través de una puerta ubicada entre la columna A-7 y la B-7 (ver fig. F-09). En las máquinas contiguas a ella la madera se transforma de tiras y tablas comerciales en las piezas que han de formar los muebles producidos en esta planta. Las máquinas van colocadas en línea para facilitar la producción en serie, de tal forma que para elaborar cualquiera de las 4 líneas de muebles la producción comience en las máquinas colocadas a la altura del eje # 7 y termine en las ubicadas en el eje # 2.

Las máquinas que se utilizan para dar forma y dimensiones a la madera son eléctricas. Las instalaciones cuentan con dispositivos de protección y control. Todo el cableado está protegido por tubo conduit, sin embargo el aserrín generado durante la fabricación de los muebles cae en las proximidades de las máquinas y éste tiene que recogerse periódicamente por medio de palas.

En el almacén de materia prima (ver fig. "F-09") se localizan algunas latas con el sellador previamente preparado y listo para ser aplicado a la madera mediante pistola de aire, ya sea para la elaboración de muebles o para la de casas.

11.- ALMACEN DE MADERA SELLADA.

Esta es un área de 45.00 x 15.00 m. donde se almacena la madera que ha sido deshidratada y que será utilizada en la elaboración de las casas. Este almacén es un cuarto con paredes de madera y una sola puerta. El techo está formado por láminas de asbesto con vigas y columnas también de madera. En el interior se localizan algunas latas de 16 litros de sellador, así como algunos tableros ensamblados con los que se elaboran las casas; la iluminación en esta área es a base de lámparas fluorescentes.

12.- AREA DE MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ

Este es un edificio de dos niveles con 46.00 m. de frente por 30.00 m. de fondo construido con materiales pétreos y dividido en tres partes: un almacén de herramientas y refacciones, una pequeña oficina y un patio techado en el que se hace la reparación de los automóviles, tractores y camiones que dan servicio a la planta. El techo del patio está cubierto por láminas de asbesto sostenidas por vigas de madera en forma de armadura las cuales descansan sobre columnas de concreto.

13.- AREA DE EXHIBICION DE CASAS.

Esta es un área poligonal de forma irregular que abarca una superficie de 15,587 m² aproximadamente (ver fig. F-01). En ella se encuentran distribuidos los diferentes modelos de casas que ahí se fabrican como productos de línea. Entre ellas se encuentran casas de diferentes estilos (p. ej. Califormiano, Suizo, Modernista, etc.). Las casas son de una o dos plantas, con fachadas de madera y/o combinaciones con materiales pétreos. Estas casas por ser para muestra carecen de servicios de agua, luz y gas puesto que generalmente se encuentran vacías.

CAPITULO II

ANALISIS DE RIESGOS

En este capítulo se hará un análisis de los materiales presentes en la planta, así como de las operaciones y situaciones que pueden dar lugar a un incendio para que sobre estas bases se haga el diseño del sistema en el capítulo siguiente. Sin embargo antes de proceder a cuantificar los riesgos es necesario definir algunos conceptos en los que habrá que apoyarse para este fin.

II.1.- CLASIFICACION DE FUEGOS.

Según el NFPA-10¹ los fuegos se clasifican en 5 clases.

CLASE A.- Esta clasificación incluye a los fuegos cuyo origen es la combustión de materiales sólidos ordinarios como la madera, ropa, papel, hule y muchos plásticos.

CLASE B.- Incluye los fuegos generados por la combustión de líquidos inflamables como aceites, grasas, lacas, pinturas y gases inflamables.

CLASE C.- Abarca a los fuegos generados en equipo eléctrico energizado. Si el equipo se encuentra desenergizado, el fuego se puede clasificar como "A" o "B".

CLASE D.- Esta clasificación agrupa a los fuegos producidos en metales inflamables como el Magnesio, Titanio, Circonio, Sodio, Litio y Potasio

CLASE K.- Esta clasificación abarca los fuegos en áreas de cocina donde están presentes aceites o grasas comestibles de origen vegetal o animal

II.2.- CLASIFICACION DE RIESGOS

De acuerdo con el NFPA-10² los riesgos de incendio se clasifican en 3 tipos:

LIGEROS.- Son aquellos donde la cantidad de combustibles presentes pueden generar un fuego de pequeñas proporciones, p.ej. oficinas, aulas, iglesias, etc

MODERADOS.- Son aquellos donde la cantidad de combustibles presentes pueden dar lugar a fuegos moderados p.ej. tiendas de almacenes, agencias de autos, estacionamientos, fabricación ligera, bodegas no clasificadas como extranerosas, tiendas escolares, etc

ALTOS.- Son aquellos donde la cantidad de combustibles puede dar lugar a un incendio de gran magnitud p.ej. talleres mecanicos, talleres de mantenimiento de aviones y yates, áreas de cocina, stands para exposiciones, procesos de manufactura y manejo de líquidos inflamables, procesos de pintura y recubrimiento, etc

II.3.- ANALISIS DE RIESGOS POR AREA

Basándose en la información anterior es fácil determinar el riesgo que presentan cada una de las áreas que a continuación se mencionan.

1).- La *caseta de vigilancia* presenta un riesgo ligero ² tipo "ABC" pues la cantidad de sólidos inflamables presentes en su interior es pequeña y cuenta con instalación eléctrica. Se incluye también el tipo "B" debido a la frecuente circulación de vehículos frente a ella.

2).- Las *oficinas* y la *dirección* presentan un riesgo ligero ² del tipo "ABC" pues no cuentan con cantidades significativas de materiales inflamables.

3).- Según el NFPA-13 ³, los *aserraderos* se consideran como áreas en las cuales el riesgo es alto del tipo "AC" puesto que los materiales inflamables están en contacto con equipo eléctrico energizado.

4).- Por su tamaño la *subestación* presenta un riesgo ligero ² tipo "AC" debido a su tamaño y al tipo de aislante utilizado en el cableado.

5).- El *comedor* presenta un riesgo moderado del tipo "A" pues el edificio está construido con madera. Existe también un riesgo ligero ³ tipo "BC" debido a que en esta área solamente se calientan los alimentos y esto se hace mediante parrillas eléctricas. Lo anterior provoca la presencia de pequeñas cantidades de aceites o grasas en combinación con equipo eléctrico energizado.

6).- Según NFPA-13 ⁴ el *almacén de madera seca* presenta un riesgo moderado del tipo "A" pues los apilamientos, aunque cuentan con tarimas de material combustible no rebasan los 3.60 m (12 pies).

7).- Las *estufas de secado* muestran distintos riesgos en varias de sus áreas (ver fig. "F-08")

a).- Los apilamientos que se encuentran junto al muro sur representan un riesgo moderado ³ del tipo "A" pues la madera ubicada en esta zona no alcanza los 3.60 m (12 pies). En contraste con esto, la madera que se coloca en el interior de las estufas de secado suele exceder dicha altura por lo cual representa un riesgo alto ²³ del tipo "A".

b).- La zona de calderas presenta, según el NFPA-10 ⁵, un riesgo moderado debido a que los tanques de combustible se encuentran en un patio fuera de esta área. El tipo es "ABC" debido a que el equipo de control, tanto de las calderas como de las estufas es eléctrico.

8).- En la *fábrica de muebles* debemos distinguir dos zonas:

- a) maquinado y ensamble
- b) terminado.

a).- De acuerdo con NFPA-13⁶ las plantas donde hay maquinado de madera presentan un riesgo moderado. El tipo es "AC" pues la madera está en contacto con equipo eléctrico energizado.

b).- La zona de terminado es una área donde se manejan solventes pues en ella se aplican sellador y barniz o laca. Como la maquinaria es eléctrica. Esta área presenta un riesgo alto²⁸ tipo "ABC".

Es muy importante hacer notar que en la zona de maquinado se producen grandes cantidades de aserrín y polvo de madera que pueden dar lugar a una combustión violenta. Con relación a esto el NFPA^{18, 61} recomienda el uso de colectores de polvo, separadores magnéticos, detectores de chispas y preventores de explosión, sin embargo, por cuestiones de espacio *estos sistemas no se incluyen en el presente trabajo.*

9).- En el *almacén de madera sellada se encuentran cantidades significativas de madera que no alcanzan a formar apilamientos de más de 2.40 m*. Por esto y por la presencia de solventes en el área y por la iluminación eléctrica el riesgo en esta zona se clasifica como moderado⁴ tipo "ABC".

10).- El NFPA-13⁶ señala que las *áreas de mantenimiento automotriz se clasifican como áreas de riesgo moderado tipo "B"*, por las cantidades presentes de otros materiales y por las instalaciones eléctricas se presenta también un riesgo ligero tipo "AC".

11).- Por carecer de servicios y encontrarse normalmente desocupadas el *área de exhibición de casas* presenta un riesgo ligero² tipo "A".

CAPITULO III

DISEÑO DEL SISTEMA

Para diseñar el sistema es necesario determinar primeramente el tipo de agente extintor a usar y en segundo lugar la forma en que este ha de aplicarse. Por lo tanto, si se agrupa la información definida en el capítulo anterior se pueden clasificar los fuegos probables en esta planta dentro de 6 grupos:

- 1).- Fuegos tipo "A" 2).- Fuegos tipo "AB". 3).-Fuegos tipo "ABC"
4).- Fuegos tipo "AC" 5).- Fuegos tipo "BC" 6).- Fuegos tipo "C"

Los agentes extintores adecuados para atacar los fuegos son:

Para el tipo "A". - 1) Agua. 2) Agentes halogenados. 3) Polvo químico seco (PQS)
4) Humectantes del tipo químico.

Para el tipo "B". - 1) Agentes espumantes a base de agua. 2) Bióxido de Carbono (CO₂). 3) Polvo químico seco 4) Agentes Halogenados

Para el tipo "C". - 1) Polvo químico seco multiusos. 2) Agentes halogenados.
3).- Bióxido de Carbono 4) "Energén"®

Dado que estos agentes se pueden manejar tanto en sistemas portátiles como en fijos (el último solo en fijos) el NFPA-10⁸ indica que es necesario el uso de extintores portátiles para combatir fuegos de pequeña magnitud. Señala también que es recomendable su presencia aún cuando el área este protegida con Sistemas de Hidrantes, Rociadores Automáticos o cualquier otro sistema estacionario de protección. En adición a esto, el NFPA-14¹⁰ recomienda el uso de hidrantes interiores para extinguir fuegos en edificios y estructuras, aún cuando cuenten con Sistemas de Rociadores Automáticos. Por ello, la protección de cada área se basará en estos sistemas

El NFPA-14¹⁰ indica que para la protección de cualquier local deberán instalarse mangueras para servicio contra - incendio o como mínimo para la protección del inmueble. Estas mangueras pueden ser de 38, o 63 mm. (1- 1/2", o 2-1/2") respectivamente. Las mangueras de 38 mm (1-1/2") son para ser usadas por los ocupantes del área (hombres o mujeres) que no hayan tenido capacitación en el manejo de este tipo de mangueras. Las de 63 mm son para uso *exclusivamente* por los miembros del H. Cuerpo de Bomberos o del personal entrenado en el uso de este tipo de mangueras.

Para los riesgos moderados y altos se considero conveniente que las mangueras pudieran ser manejadas en un principio por los propios ocupantes del área. Para ello dichos hidrantes deberán contar con un adaptador desmontable que permita incrementar

el diámetro de 38 mm a 63 mm (servicio clase III)¹¹ Asimismo, la distancia entre dos hidrantes contiguos no deberá exceder los 40.00 m (130 pies)¹² medidos a lo largo de la trayectoria de ésta.

Es necesario destacar que para hacer uso en forma segura de los equipos a base de agua, es esencial desconectar previamente el suministro de energía eléctrica pues de lo contrario se corre el riesgo de sufrir una fuerte descarga. Por ello, es conveniente instalar también junto a cada hidrante una estación manual de alarma que envíe una señal a la caseta de vigilancia.

III.1.- DISEÑO DEL SISTEMA PARA CADA AREA.

1.- CASETA DE VIGILANCIA

Esta es un área cuya superficie es: $A = 2.85 \times 5 \text{ m} = 14.25 \text{ m}^2 = 153.4 \text{ Ft}^2$.

Riesgo ligero del tipo "ABC".

a)- EXTINTORES PORTATILES

Según el NFPA-10¹³ para un riesgo ligero del tipo "A" debe instalarse cuando menos 1 extintor con clasificación "2-A" por cada 557.4 m^2 ($6,000 \text{ ft}^2$) que deban protegerse, para cubrir el riesgo tipo "B"¹⁴ indica también que para un riesgo ligero debe instalarse cuando menos un extintor con clasificación "5-B" y la distancia que debe recorrerse para alcanzar dicho extintor no deberá exceder de 9.15 m (30 ft); por lo que se refiere al riesgo del tipo "C"¹⁵ indica que la clasificación y la ubicación del extintor deberá ser la misma que si fuera para cubrir un fuego del tipo "A" o "B" según sea el caso (cuando se desenergiza el equipo).

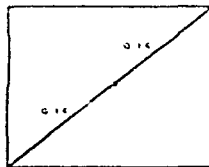
Por lo anterior, la protección de esta área requiere como mínimo

1.- Para fuegos tipo "A": $14.25 \text{ m}^2 / 557.4 \text{ m}^2 \times \text{extintor} = 1 \text{ extintor con clasificación "2-A"}$

2.- Para fuegos tipo "B" $14.25 \text{ m}^2 / 263.02 = 1 \text{ extintor con clasificación "5-B"}$

$$\{ \pi \times (9.15)^2 = 263.02 \text{ m}^2 \}$$

Lo anterior corresponde a una cobertura circular con un radio de 9.15m, sin embargo, cuando se requieren dos o mas extintores de este tipo hay que considerar que el traslape entre ellos reduce el área de cobertura efectiva de cada extintor a un cuadrado¹⁶.



x

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Para no exceder los 9.15 m que hay que recorrer, la diagonal "D" de dicho cuadrado deberá medir

$$D = 2 \times 9.15 = 18.30 \text{ m}$$

Por lo que el área "A" de este cuadrado deberá ser :

$$2x^2 = (18.30)^2 \quad x^2 = (18.30)^2 / 2 \quad x^2 = A = 167.2 \text{ m}^2$$

Para el caso en que la distancia a recorrer no deba rebasar los 15.24 m (50 ft), el área correspondiente es : $A = 464.5 \text{ m}^2$

3.- Para fuegos tipo "C": un extintor con clasificación "C".

Por lo tanto, para proteger la caseta de vigilancia se deberá instalar cuando menos un extintor con clasificación "2-A 5-B.C" cuya cobertura no exceda los 9.15 m de radio. De esta forma se pueden cubrir con él los tres tipos de fuegos. La ubicación de los extintores se puede observar en la fig "F-02"

b).- PROTECCION DEL PRODUCTO Y/O EL INMUEBLE.

La protección de la fachada se puede efectuar aprovechando la proximidad de la manguera contra incendio que deba instalarse en el pórtico de las oficinas de la dirección, como puede apreciarse en la fig "F-13".

c).- ESTACIONES DE ALARMA

En esta zona es recomendable además la instalación de un tablero de alarma y señalización que indique al personal de guardia la localización del siniestro. De esta manera pueden trasladarse directamente a ella los miembros de la brigada contra incendio y de ser necesario notificar al cuerpo de bomberos municipal. Las estaciones de alarma, deberán estar igualmente espaciadas y ser activadas manualmente por los ocupantes del área cuando detectan la presencia de un incendio en la zona. Cada área deberá contar cuando menos con una estación manual de alarma y una sirena.

2.- DIRECCION.

Esta es un área cuya superficie es: $A = 12 \times 850 \text{ m} = 102 \text{ m}^2 = 1,098 \text{ Fr}^2$.

Riesgo ligero tipo "ABC"

a).- EXTINTORES PORTATILES

1.- Por lo señalado en el caso anterior, para cubrir el riesgo ligero del tipo "A" debe instalarse cuando menos un extintor con clasificación "2-A" por cada 557.4 m^2 ($6,000 \text{ ft}^2$) que deban protegerse. Por tanto para protección de esta área serán necesarios:

$102 \text{ m}^2 / 557.4 \text{ m}^2$ por extintor = 1 extintor con clasificación "2-A" mínimo.

2.- Para el riesgo tipo "B" serán necesarios:

$102 / 167.2 = 1$ extintor con clasificación "5-B" mínimo.

3.- Para el riesgo tipo "C":

Dado que la energía eléctrica no se puede cortar desde dentro del local, será necesario instalar un extintor con clasificación "C".

Por tanto, si se instala un extintor con clasificación "2-A:5-B:C" cuando menos, se podrán cubrir simultáneamente los tres riesgos. La ubicación de éste se observa en la figura "F-03".

b).- PROTECCIÓN DEL PRODUCTO Y/O EL INMUEBLE.

Dado que con una manguera de 15 m se puede cubrir un área de $16 : \pi \times (15.00)^2 = 706.9 \text{ m}^2$. El número de mangueras necesarias para proteger esta área es:

$102 \text{ m}^2 / 706.9 \text{ m}^2$ por manguera = 1 manguera de 15 m.

c).- ESTACIONES DE ALARMA.

Dado que esta área es bastante pequeña, es suficiente con colocar una estación manual de alarma a la salida de las oficinas ejecutivas. La ubicación de estos dispositivos se puede observar en la fig "F-03".

3.- OFICINAS.

El área dedicada a estos servicios es: $A = 40 \times 10 = 400 \text{ m}^2 = 4\,306 \text{ ft}^2$ por planta (dos plantas)

Riesgo ligero tipo "ABC"

a).- EXTINTORES PORTÁTILES

1.- Para riesgo tipo "A" se deberán instalar

$400 \text{ m}^2 / 557.4 \text{ m}^2$ por extintor = 1 extintor con clasificación "2-A" mínimo

2.- Para riesgo tipo "B" se deberán instalar

$400 \text{ m}^2 / 167.2 \text{ m}^2$ por extintor = 3 extintores con clasificación "5-B" mínimo.

3.- Para riesgo tipo "C" se deberá seleccionar un extintor para equipo eléctrico energizado por las mismas razones expuestas para el área anterior.

Con base en todo esto se deduce que en caso de colocar extintores con clasificación "2-A:5-B:C" se pueden cubrir simultáneamente los tres tipos de riesgos; en cuanto a la ubicación, se sabe que su distribución deberá ser uniforme¹⁶ por lo que éstos podrán ser colocados como se muestra en la figura "F-04".

b). - PROTECCIÓN DEL PRODUCTO Y/O EL INMUEBLE

Según el NFPA-14^{1b}, para protección del inmueble se puede hacer uso de mangueras de 15 o 30 m (50 o 100 ft) para servicio contra incendio. Las coberturas de estas son ($\pi \times r^2 =$) 706.8 y 2,827.4 m² respectivamente. Aunque sería de esperar que con una sola manguera de 15 m colocada en cada piso fuera suficiente para proteger esa área, en la figura "F-04" se observa que no lo es.

Tanto las mangueras como los extintores deben colocarse en los pasillos de acceso o en las áreas de tránsito de tal forma que estén fácilmente disponibles, debidamente señalados y visibles^{17, 16}, por lo tanto es conveniente colocar un gabinete con manguera junto a la puerta de acceso a las oficinas.

Como se puede apreciar en la misma fig. "F-04", una manguera de 15.00 m instalada junto a la puerta de acceso permite penetrar hasta un poco más de la mitad del edificio, pero para alcanzar el fondo se tendría que utilizar una segunda manguera que en este caso sería de 30.00 m para poder cubrir toda el área. Esta distribución debe repetirse también en la planta alta.

c). - ESTACIONES DE ALARMA

En vista de que el edificio es muy largo se consideró necesario instalar una estación de alarma junto a las mangueras contra incendio de cada piso. Esto se puede observar en la fig. "F-04"

4.- ASERRADEROS

Los aserraderos están formados por varios edificios cuya superficie total es de 3,180 m². Las áreas que lo forman son: a) aserradero chico: 30 x 10 m. b) aserradero grande: 60 x 20 m. c) área de beneficio grande: 40 x 24 m. d) área de beneficio chica: 12 x 30 m. e) área de clasificación de madera (grande) 12 x 30 m.

Riesgo alto tipo "AC"

a). - EXTINTORES PORTÁTILES

1.- Para un riesgo alto tipo "A", deberá instalarse cuando menos un extintor con clasificación "4-A" por cada 371.6 m² (4,000 ft²)¹³ que deban protegerse. Por lo tanto, para este caso serán necesarios:

$3,180.00 / 371.6 = 9$ extintores con clasificación "4-A".

Dado que los agentes extintores que se fabrican actualmente son tipo "AB", "BC" o "ABC" se debe incluir también la clasificación "5-B" correspondiente a un riesgo ligero por lo que la clasificación de estos extintores deberá ser "4-A.5-B:C" mínimo.

2.- Dentro del área de aserraderos encontramos también una zona de 240.00 m^2 (24.00×10.00) dedicada al mantenimiento mecánico de las sierras (ver fig. "F-05"). Esta zona presenta un riesgo ligero del tipo "ABC" debido a la variedad de productos que puede contener

De acuerdo con lo mencionado en el análisis de la caseta de vigilancia, para el riesgo ligero tipo "ABC" serán necesarios:

$240 / 167.2 = 2$ extintores con clasificación "2-A.5-B C" mínimo.

b).- PROTECCION DEL PRODUCTO Y/O EL INMUEBLE.

Ya que es conveniente que las mangueras puedan también ser manejadas por los propios ocupantes del área se hace necesaria la instalación como mínimo de 12 hidrantes con manguera de 30.00 m para cubrir completamente el área (ver fig. "F-05").

e) - ESTACIONES MANUALES DE ALARMA

En esta área es conveniente que las estaciones manuales de alarma envíen simultáneamente una señal a la caseta de vigilancia y a la del jefe de turno para que este último identifique el área y proceda a hacer el corte de energía eléctrica en la zona correspondiente (ver fig. "F-05")

5. - SUBESTACION

El área ocupada por estas instalaciones es $A = 15.50 \times 10.00 \text{ m} = 155.00 \text{ m}^2 = 1,668.4 \text{ ft}^2$

Riesgo ligero tipo "AC"

En vista del tamaño de los tableros de la subestación y de que en ella se encuentra equipo eléctrico energizado, se optó por colocar 2 extintores con clasificación 2-A.5-B C (mín.) Dichos extintores irán colocados junto al tablero de control como se observa en la figura "F-05"

6.- COMEDOR.

Esta es un área cuya superficie es: $A = 13 \times 31 \text{ m} = 403 \text{ m}^2 = 4,338 \text{ ft}^2$.

Riesgo moderado tipo "A" y ligero tipo "BC".

a).- EXTINTORES PORTÁTILES.

1.- Según el NFPA-10¹³ para un riesgo moderado tipo "A" se pueden cubrir hasta 278.7 m² (3,000 ft²) por cada extintor clasificado como "2-A" mínimo. Por lo tanto, para esta área se requerirán cuando menos:

$$403 / 278.7 = 2 \text{ extintores con clasificación "2-A" mínimo.}$$

2.- Para el riesgo tipo "B"¹⁴ se requieren:

$$403 / 464.5 = 1 \text{ extintor con clasificación "10-B" mínimo.}$$

Por tanto, si se colocan extintores con clasificación "2-A:10-B:C" se pueden cubrir simultáneamente los tres tipos de riesgos; la ubicación de estos puede ser la que se muestra en la figura "F-06"

b).- PROTECCIÓN DEL PRODUCTO Y/O EL INMUEBLE.

Por lo que respecta a las mangueras contra incendio, si se coloca un gabinete con manguera de 30 m junto a la puerta de acceso se podrá cubrir cualquier punto de este local con una sola manguera (ver fig "F-06")

c).- ESTACIONES DE ALARMA

Dada la longitud del local es conveniente colocar dos estaciones manuales de alarma, una junto al gabinete de la manguera y el otro en la parte interior del comedor, ya que en esta forma son visibles mas facilmente.

7.- ALMACEN DE MADERA SECA.

El área dedicada a estos servicios es

$$A = 18.00 \times 120.00 \text{ m} = 2,160 \text{ m}^2 (23,250 \text{ ft}^2).$$

Riesgo moderado⁴ tipo "A"

a).- EXTINTORES PORTÁTILES

Para determinar el número y la distribución de los extintores se tuvo que considerar la colocación de estos en las columnas debido a la falta de soportes intermedios para el techo

Según el NFPA-10¹³ para proteger esta área debemos colocar cuando menos, ya sean:

$$2,160 / 278.7 = 8 \text{ extintores con clasificación "2-A"}$$

$$2,160 / 557.4 = 6 \text{ extintores con clasificación "4-A"}$$

$$2,160 / 836.1 = 4 \text{ extintores con clasificación "6-A"}$$

y así sucesivamente

A continuación se seleccionaron aquellos extintores cuyas áreas de cobertura se traslaparan al estar estos frente a frente. Con el radio de cobertura correspondiente se distribuyeron uniformemente hasta que el área quedara completamente cubierta; el resultado de esto se muestra en la fig. "F-07".

b).- PROTECCIÓN DEL PRODUCTO Y/O EL INMUEBLE

El NFPA-664 ³⁷ recomienda el uso de rociadores automáticos en las instalaciones mayores de este tipo de plantas; por otra parte, el NFPA-13 ¹⁹ recomienda la instalación de hidrantes interiores o exteriores para apoyo a estos sistemas.

Para los hidrantes se utilizó el mismo criterio de distribución que para los extintores, dando por resultado la necesidad de instalar 10 hidrantes con manguera de 30.00 m colocados como se aprecia en la figura "F-07".

7.A.- ROCIADORES AUTOMÁTICOS

Según el NFPA-13 ⁴ este almacén se clasifica como de Riesgo Moderado Grupo 2 y para este tipo de riesgo el NFPA-13 ^{21, 38, 50} indica que para un área de 232.2 m² (2 500 ft²) que deban protegerse, los rociadores deberán proporcionar un flujo mínimo de 7.3 l/min./m² (0.18 gpm./ft²)

A continuación se presenta una lista con los parámetros de diseño del sistema tomados del NFPA-13 edición 1999 en el que se basa el cálculo

a) - Área del almacén	18 x 120 m = 2 160 m ² (23,250 ft ²)
b) - Separación entre columnas	12 m
c) - Clase de Mercancía	Clase III ²⁰
d) - Clase de riesgo	Moderado Grupo 2 ⁴
e) - Área de aplicación por sistema.	4 831 m ² (52 000 ft ²) máx. ²²
f) - Área de operación de rociadores	232.2 m ² (2 500 ft ²) ^{50, 38}
g) - Densidad de flujo	7.3 lpm / m ² (0.18 gpm./ft ²) ^{50, 38}
h) - Área protegida por rociador	12.08 m ² (130 ft ²) ³
i) - Separación entre rociadores.	4.57 m (15 ft) máx. ²³
j) - Gasto disponible para hidrantes	946 lpm (250 gpm) ²⁴

Para calcular la distribución de los rociadores, el NFPA-13 ²⁰ dice que los ramales deberán ir paralelos a la pendiente del techo. Como se sabe que esta pendiente es de 1/7 la longitud real del techo se puede calcular mediante semejanza de triángulos.

De la figura "F- 07A" se tiene

$$1/7 = h / (7 - 2)$$

$$h = 9/7$$

$$h = 1.2857$$

Aplicando el Teorema de Pitágoras

$$(L)^2 = (9)^2 + (h)^2$$

$$L = \sqrt{81 + 1.2857^2}$$

$$L = 9.09 \text{ m}$$

y la longitud total del techo $L_{tot.} = 18.18 \text{ m}$.

Por lo tanto el número mínimo de rociadores en cada ramal será $18.18 / 4.57 = 4$ rociadores, con una separación real de $18.18 / 4 = 4.54 \text{ m}$.

La cobertura por rociador se define como:

$$A_s = S \times L$$

donde: S = separación entre rociadores de un mismo ramal.

L = separación entre ramales consecutivos.

Para que la cobertura por rociador " $A_s = S \times L$ " no exceda de los 12.07 m^2 (130 ft^2), la separación L entre ramales debe ser menor de:

$$12.07 \text{ m}^2 / 4.54 \text{ m} = 2.65 \text{ m}$$

Por otra parte, el número de ramales entre columnas (ver fig. "F-07C") será: $12.00 / 2.65 = 4.5$ ramales (se tomaron 5) y la separación real entre ellos será

$$12.00 / 5 = 2.40 \text{ m}$$

El área de operación de rociadores seleccionada debe ser la hidráulicamente mas alejada de la fuente de suministro. Esta se denomina "Área Remota" y tiene las siguientes características:

- a).- Su longitud $L_{AR} = 1.2 \sqrt{(A-Rem)} = 1.2 \sqrt{232.2} = 18.29 \text{ m}$.
- b).- La cantidad de rociadores contenidos en ella es $232.2 / 12.08 = 19.2$ (se tomaron 20)
- c).- Ya que la separación entre los ramales es de 2.40 m (ver fig "F-07C") y el número de ellos contenidos en el área remota es $18.29 / 2.40 = 7.6$ (se tomaron 8)
- d).- El número de rociadores en cada ramal es por lo tanto $20 / 8 = 2.5$ (se tomaron 3)
- e).- Como solamente hay 3 rociadores en cada ramal, se tomaron los ramales necesarios $20 / 3 = 6.7$ para completar los 20 rociadores. Esto es $20 / 3 = 6.7$ (se tomaron 7)
- f).- Los rociadores sobrantes ($7 \times 3 = 21$) se ubicaron en la posición hidráulicamente mas favorable dentro de la mencionada área remota. (ver figura "F-07C")

7.A.1. - CALCULO DEL SISTEMA DE ROCIADORES

Para determinar el gasto real y la presión que deberá proporcionar la bomba, se debe hacer el cálculo de éste y de las pérdidas por fricción en cada uno de los rociadores contenidos en el área remota.

Para calcular el flujo en el primer rociador se tiene que :

$$q = \rho A$$

donde q = flujo en el rociador en lpm
 ρ = densidad de flujo en lpm/m²
 A = área protegida por el rociador

$$q = \rho A = 7.3 \times 12.08 = 88.2 \text{ lpm.}$$

Se sabe que el flujo en un rociador puede expresarse como $q = k \sqrt{p}$ ²⁹. Según el NFPA-13³⁰, para un rociador con orificio estandar de 13.5 mm (17/32") esta "k" varia entre 105.6 y 117 lpm / $\sqrt{\text{kg/cm}^2}$ (7.4 y 8.2 gpm / $\sqrt{\text{psi}}$). Se seleccionó uno comercial con $k = 114.2$ (= 8.0) Por lo tanto la presión de operación en el rociador número 1 es:

$$p = (q/k)^2 = (88.2/114.2)^2 = 0.60 \text{ kg/cm}^2 \text{ (8.5 psi)}^{31}$$

Con el flujo del rociador no. 1, los diámetros interiores de los accesorios correspondientes a este tipo de riesgo³² (tubería de acero ced 40)³³, una "C" = 120 y un factor de conversión de unidades inglesas a metricas = 0.0197, se aplica la formula de Hazen & Williams y se obtiene la caída de presión.

$$\begin{aligned} hf &= 4.52 Q^{1.85} (0.0197) / (C^{1.85} D^{4.87}) \\ &= 4.52 (88.2)^{1.85} (0.0197) / (120^{1.85} \times 1.047^{4.87}) \\ &= 0.04 \text{ kg/cm}^2 \cdot \text{m} \end{aligned}$$

Como la distancia entre el rociador no. 1 y 2 es de 3.03 m (ver figura "F-07C"), la caída de presión entre ellos es:

$$hf = 0.04 \times 3.03 = 0.12 \text{ kg/cm}^2.$$

La presión en el rociador no. 2, sera: $PR(2) = PR(1) + P_s + hf$ (donde P_s es la carga estática entre los dos rociadores (Ver fig "F-07A).

De la figura: $PR(2) = 0.60 + 0.04 + 0.12 = 0.76 \text{ kg/cm}^2$ (ver renglón 2 en la tabla no.1)

Como $q = k \sqrt{p}$ el flujo en el segundo rociador será.

$$q(2) = 114.2 \sqrt{0.76} = 99.5 \text{ lpm (ver renglón 2)}$$

$$Q = q(1) + q(2) = 88.2 + 99.5 = 187.7 \text{ lpm.}$$

Con este flujo y el diámetro de la tubería tomado de la tabla para el riesgo moderado³² se aplica nuevamente la formula de H&W

$$\begin{aligned} hf &= 4.52 (187.7)^{1.85} (0.0197) / (120^{1.85} \times 1.049^{4.87}) \\ &= 0.016 \times 3.03 = 0.48 \end{aligned}$$

Nuevamente, para calcular la presión en el rociador no. 3

$$PR (3) = PR (2) + P_s + hf$$

De la figura: $PR (3) = 0.76 + 0.04 + 0.48 = 1.28 \text{ kg./cm}^2$. (ver renglón 3 en tabla no. 1).

El flujo en el tercer rociador será $q (3) = 114.2 \sqrt{1.28} = 129.2 \text{ lpm}$.

Para calcular la caída de presión entre el rociador no. 3 y el tubo de alimentación central (Cross Main) se tomó el flujo de los 3 rociadores, ($q = q_1 + q_2 + q_3$), la longitud equivalente de los accesorios entre ambos puntos y el diámetro de tubería de la tabla mencionada y se aplicó nuevamente la fórmula de H & W.

$$\begin{aligned} Q &= 187.7 + 129.2 = 316.9 & D &= 1.388'' \\ hf &= 4.52 (316.9)^{1.85} (0.0197)^{-1.75} (120)^{1.35} \times 1.388^{-4.97} \\ &= 0.11 \text{ Kg/cm}^2\text{-m} \end{aligned}$$

En este caso la longitud equivalente incluye dos codos de 90° y 1.51 m de tubería, (ver figura "F-07B"). Por lo tanto $L_{eq} = 1.51 + 1.82^{33} = 3.33 \text{ m}$ y $hf = 0.11 \times 3.33 = 0.37$

Por lo anterior la presión en el nodo "A" (origen del ramal "A") será:

$$PR (3) + P_s - hf = 1.28 + 0.02 - 0.37 = 0.93 \text{ Kg/cm}^2\text{-m}$$

Dado que el flujo y la caída de presión calculados a lo largo de este ramal son idénticos para todos los ramales se puede considerar los valores globales siguientes para cada ramal

$$k = q \cdot \sqrt{p} = 316.9 \cdot \sqrt{1.67} = 245.2$$

Continuando en la misma forma hasta cubrir los ramales necesarios para abarcar los 20 rociadores, en la tabla no 1 se encuentra finalmente que se requiere de un suministro de agua de 3,861 lpm (1,020 gpm) con una presión en la base del tubo de alimentación vertical ("Riser") $PBR = 6.74 \text{ kg/cm}^2$ (96 psi). Este flujo más los 946 lpm (250 gpm) deberá poder mantenerse durante un periodo de 60 a 90 minutos¹⁹, por lo tanto el volumen de la fuente de abastecimiento deberá ser

$$3,861 \text{ lpm} \times 90 \text{ min} = 347,490 \text{ litros}$$

c).- Estaciones de alarma

En vista de que los hidrantes no se pueden ubicar en el interior del almacén se optó por colocarlos en los corredores adyacentes. Estos hidrantes exteriores son del tipo "autosoportado" o "de banqueta". La ubicación de ellos se muestra en las figs. "F-07" y "F-07B".

8.- ESTUFAS DE SECADO

El área dedicada a estos servicios es: $A = 46 \times 52 \text{ m} = 2,392 \text{ m}^2 = 25,747 \text{ ft}^2$

Riesgo: Alto Tipo "A" y Moderado Tipo "ABC"

a).- EXTINTORES PORTATILES.

1.-Riesgo moderado tipo "ABC": Esta zona está formada por el corredor ocupado por la zona de calderas, la caseta del fogonero y los apilamientos de madera próximos a ésta. Estos cubren un área de $42 \times 14 \text{ m}$, es decir 588 m^2 ($6,329 \text{ ft}^2$) aproximadamente

De acuerdo con el NFPA-10¹¹ para este tipo de riesgo se deberá instalar un extintor con clasificación "2A" cuando menos por cada 278.7 m^2 ($3,000 \text{ ft}^2$) que deban protegerse. Por tanto, el número de extintores necesario será:

$588 \text{ m}^2 / 278.7 \text{ m}^2 \text{ por extintor} = 3 \text{ extintores con clasificación "2A" cuando menos}$

2.-Riesgo Alto tipo "A". Este riesgo se localiza en la zona ocupada por las estufas de secado, tanto de alta como de baja temperatura, abarcando ambos tipos un área de $44 \times 34 \text{ m}$, es decir, $1,496 \text{ m}^2$ ($16,102.8 \text{ ft}^2$) aproximadamente. La misma tabla (13) dice que en este caso se deberá instalar un extintores con clasificación "4-A" cuando menos, por cada 371.6 m^2 ($4,000 \text{ ft}^2$). Por tanto, para esta área se requerirán:

$1,496 / 371.6 = 4 \text{ extintores con clasificación "4-A" cuando menos}$

Debido a las altas temperaturas existentes dentro de las estufas de secado se optó por colocar los extintores a lo largo del pasillo de carga. Como la distancia de ese lugar al fondo de las estufas es de 18.00 m y la clasificación "4-A" tiene un radio de cobertura de 10.88 m , para poder cubrir el fondo de estas se requeriría uno con cobertura de $\pi \times (18.00)^2 = 1,017 \text{ m}^2$ (clasificación 11-A mínimo). Sin embargo, como las de alta temperatura tienen un área de $18 \times 8 = 144 \text{ m}^2$, con la misma clasificación "4-A" es posible cubrir dos de ellas, haciendo algo similar se observa que para las de "baja" es suficiente con dos extintores con clasificación "6-A" (ver fig "F-08").

3 - Por lo analizado en la caseta de vigilancia, para cubrir el riesgo tipo "ABC" bastara con incluir $588 / 464.5 = 2 \text{ extintores con clasificación "2-A-20-B-C"}$ en el resto del área para que se puedan cubrir simultáneamente los tres tipos de riesgo (ver fig "F-08").

b) - PROTECCION DEL PRODUCTO Y O EL INMUEBLE.

En la misma figura, colocando mangueras de 30 m para servicio contra incendio en la posición que se muestra, se puede cubrir cualquier punto dentro de esta zona.

c).- ESTACIONES DE ALARMA.

Ya que se recomienda colocar las estaciones de alarma cerca de las salidas, se decidió colocar 3 de ellas: una en la caseta del operador de la caldera, otra junto a la puerta que da a la fábrica de muebles y la 3ª. en el andén de carga de las estufas. La disposición de ellas se muestra en la fig. "F-08.

9.- FABRICA DE MUEBLES.

Esta es un área cuya superficie es: $A = 60 \times 45 \text{ m} = 2700 \text{ m}^2$ (29 063 ft^2)

Riesgo: Moderado tipo "A-C" y Alto tipo "ABC"

a).- EXTINTORES PORTATILES

1.-Según NFPA-10, ¹³ para el riesgo tipo "A" deberán instalarse:

$$\begin{aligned} & 2700 \text{ m}^2 / 278.7 \text{ m}^2 \text{ por extintor} \\ & = 10 \text{ extintores c/ clasificación "2A" cuando menos} \end{aligned}$$

(Para nuestro caso $2700 / 6 = 450 \text{ m}^2$ por extintor, por lo que se requieren 6 extintores con clasificación "4-A" mínimo).

2.-Para riesgo tipo "B" ¹⁴ (aplicado de sellador y laca).

$$\text{Area} = 10 \times 15 \text{ m} = 150 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} & 150 \text{ m}^2 / 167.2 \text{ m}^2 \text{ por extintor} \\ & = 3 \text{ extintores con clasificación "40-B" cuando menos.} \end{aligned}$$

3.- Riesgo tipo "C" Como todos los equipos son eléctricos es recomendable que los extintores sean también con clasificación "C", por lo que instalando extintores "2-A:40-B:C" se cubren los tres tipos de riesgo (ver fig "F-09")

b).- PROTECCION DEL PRODUCTO Y O EL INMUEBLE.

Según se aprecia en la fig "F-09A", para cubrir toda el área basta con instalar un gabinete con manguera de 30 m junto a cada extintor tipo "ABC" localizado en el área.

9.A.- ROCIADORES AUTOMATICOS.

El NFPA-13 ^{17 y 18} recomienda el uso de rociadores automáticos en este tipo de plantas, e hidrantes ¹⁴ para apoyo de estos sistemas

A continuación se presenta una lista con los parámetros de diseño del sistema tomados del NFPA.-13 edición 1999 en el que se basa el cálculo.

a).- Área.	$60 \times 45 \text{ m} = 2\,700 \text{ m}^2 (29,063 \text{ ft}^2)$
b).- Separación entre columnas.	$10 \times 15 \text{ m}$.
c).- Clase de riesgo.	Ordinario Grupo 2 ₍₆₎
d).- Área de aplicación por sistema.	$4,831 \text{ m}^2 (52,000 \text{ ft}^2) \text{ max.}^{(22)}$
e).- Área de operación de rociadores.	$185.8 \text{ m}^2 (2,000 \text{ ft}^2)^{50}$
f).- Densidad de flujo.	$7.7 \text{ lpm/m}^2 (0.19 \text{ gpm/ ft}^2)^{38}$
g).- Área protegida por rociador.	$12.08 \text{ m}^2 (130 \text{ ft}^2)^{23}$
h).- Separación entre rociadores.	$4.57 \text{ m} (15 \text{ ft}) \text{ max.}^{23}$
j).- Gasto disponible para hidrantes.	$946 \text{ lpm} (250 \text{ gpm})^{24}$

Del NFPA-13, ³⁸ para el Riesgo Ordinario Grupo 2 se seleccionó un Área Remota de $185.8 \text{ m}^2 (2,000 \text{ ft}^2)$ por lo cual sus características serán:

1).- Longitud $L = 1.2 \cdot \sqrt{185.8}^{27} = 16.35 \text{ m} (53.7 \text{ ft})$.

2).- Cantidad de rociadores contenidos en ella: $185.8 / 12.08 = 15.4$ (se tomaron 16).

3).- Separación entre ramales:

Dado que la separación entre rociadores de ramales contiguos no debe ser mayor de 4.57 y que la separación entre las columnas en esa dirección es de 10.00 m, el número de ramales en una misma celda deberá ser:

$$10.00 / 4.57 = 2.2 \text{ (se tomaron 3)}.$$

Por lo tanto la separación real entre ramales será: $10.00 / 3.00 = 3.33 \text{ m}$.

4).- Número de rociadores por ramal:

Como $As = s \times L$ donde $As = \text{cobertura por Rociador}$
 $s = \text{separación entre rociadores}$ $L = \text{separación entre ramales}$

$$s = As / L \quad s = 12.08 / 3.33 = 3.62 \text{ m}$$

Como la separación entre las columnas en esta dirección es de 15.00 m, el número de rociadores por ramal es:

$$15.00 / 3.62 = 4.13 \text{ (se tomaron 5)}$$

Por lo anterior la separación "s" (real) entre rociadores deberá ser:

$$15.00 / 5.00 = 3.00$$

5).- La cobertura real por rociador será

$$3.33 \times 3.00 = 9.99 (< 12.08 \text{ m}^2)$$

6).- Como cada ramal tiene 5 rociadores, el área remota abarca 3 ramales completos mas 1 rociador de un cuarto ramal. Para observar la forma y localización de ésta ver la fig. "F-09A".

7).- El número de rociadores por modulo será $3 \times 5 = 15$ rociadores y el total de rociadores para cubrir la fábrica de muebles.

$$18 \text{ módulos} \times (15 \text{ rociadores} / \text{ modulo}) = 270 \text{ rociadores}$$

9.A.1.- CALCULO DEL SISTEMA DE ROCIADORES

Para determinar el gasto real y la presión, se hizo el cálculo de éste y las perdidas por fricción de los rociadores contenidos en el Área Remota mediante el uso de la formula de Hazen & Williams y el NFPA 13¹². Los resultados obtenidos se muestran en la tabla no 2. En ella se encuentra finalmente que se requiere un suministro de agua de 3,265 lpm (863 gpm) con una presión en la base del tubo de alimentación vertical (Riser) de 8.91 kg/cm² (127 psi). Este flujo debera poder mantenerse durante un periodo de 60 a 90 min.¹³ Por lo tanto el volumen de la fuente de abastecimiento debera ser de

$$3,265 \text{ lpm} \times 90 \text{ min} = 293,850 \text{ l}$$

c).- ESTACIONES DE ALARMA

Es recomendable instalar las estaciones de alarma junto a los gabinetes de los hidrantes ya que al hacer uso de los extintores o las mangueras se puede activar simultáneamente las estaciones de alarma y de esta manera poner sobre aviso al personal que se encuentra cerca del área.

10.- ALMACEN DE MADERA SELLADA.

El área dedicada a estos servicios es: $A = 45 \times 15 \text{ m} = 675 \text{ m}^2 = 7\,266 \text{ ft}^2$.

Riesgo moderado tipo "AB C".

a).- EXTINTORES PORTÁTILES

1).- Según el NFPA-10¹³ el rango de los extintores a usar para un riesgo moderado clase "A" debe ser "2-A" mínimo. Por lo tanto para la protección de esta superficie se requerirán como mínimo

$$675 / 278.7 = 3 \text{ extintores con clasificación "2-A" mínimo}$$

2.- Para el mismo riesgo en fuegos tipo "B"¹⁴ indica que deben utilizarse extintores con clasificación "20-B" y la distancia que deba recorrer para alcanzar el extintor no debe exceder de 15.24 m por tanto, se requerirán como mínimo.

$$675 / 464.5 = 2 \text{ extintores con clasificación "20-B" mínimo.}$$

Entonces, si se colocan 3 extintores con clasificación "2-A:20-B:C" se pueden cubrir los 3 riesgos simultáneamente; la distribución de los extintores así como la de las mangueras contra incendio ubicadas en este almacén se puede observar en la fig. "F-10".

b).- PROTECCION DEL PRODUCTO Y/O EL INMUEBLE.

Según se aprecia en la misma figura, basta con instalar dos mangueras de 30 m que cuenten cada una con un dispositivo para manejar espuma, para que se pueda cubrir cualquier punto de esta zona. Este dispositivo presenta la ventaja de que se puede atacar con él los fuegos tipo "A" o "B" a elección.

c).- ESTACIONES DE ALARMA.

Como el área no es muy larga bastará con instalar una estación de alarma junto a cada gabinete de manguera como se puede apreciar en la fig. "F-10".

11.- ÁREA DE MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ

El área ocupada por estas instalaciones es

$$A = 46 \times 30 = 1,380 \text{ m}^2 \text{ (14,854 ft}^2 \text{)}$$

Riesgo Moderado tipo "B"⁹ y ligero tipo "A-C"

a).- EXTINTORES PORTATILES

1.- De acuerdo con el NFPA-10¹³ para sólidos inflamables con riesgo ligero se deben utilizar extintores con clasificación "2-A", cuando menos. Estos deberán cubrir como máximo un área de 557.4 m² (6,000 ft), es decir, una circunferencia de 10.88 m de radio

2.- Con respecto al riesgo tipo "B", el NFPA-10¹⁴ señala que deberán instalarse extintores con una clasificación "20 B" como mínimo. Además el radio de cobertura de estos no deberá exceder de 15.24 m (50 ft).

Ya que el área de cobertura de 1 extintor de esta clasificación es de 464.5 m² el número de extintores necesarios será

$$1,380 / 464.5 = 3 \text{ extintores de esta clasificación (ver fig. "F-11")}$$

Por tanto, si se instalan extintores con clasificación "2-A:20-B:C" se podrán proteger simultáneamente los tres tipos de riesgo.

b).- PROTECCION DEL PRODUCTO Y/O EL INMUEBLE

Debido a que la circulación de los vehículos puede dañar los gabinetes que alojan las mangueras, se optó por ubicarlos en las cabeceras del local ya que en este

lugar estarían menos expuestos. Se seleccionaron también dos mangueras de 30 m ya que con el traslape que se obtiene se alcanza a cubrir cualquier punto de esta área (ver fig. F-11).

c).- ESTACIONES DE ALARMA.

Dado que el área cuenta con paredes solo en las cabeceras se optó por colocar una estación de alarma junto a cada hidrante. (ver fig. "F-11")

12.- ÁREA DE EXHIBICION DE CASAS

Dado que la superficie que ocupan estas instalaciones es trapezoidal y la longitud de sus lados es :

lado 1.- 145 m, lado 2 - 180 m, lado 3.- 205 m, lado 4.- 35 m.

El área a proteger es: $\text{Área} = (B + b) H / 2 = (180 + 35) 145 / 2$

$\text{Área} = 15,587.5 \text{ m}^2$ (ver fig. "F-01")

Riesgo ligero del tipo "A"

a).- Extintores portátiles.

En esta área se optó por instalar extintores con clasificación "2-A" ¹³ colocados en el interior de cada casa, junto a la puerta de acceso, y en las casas de 2 niveles uno por planta. De esta forma se asegura que no se exceda el área de cobertura de estos

b).- PROTECCION DEL PRODUCTO Y O EL INMUEBLE

Dado que estas casas se encuentran desocupadas, se optó por colocar hidrantes del tipo "de banqueta" para conectar a estos las mangueras en caso de incendio. La distribución de estos hidrantes se efectuó de igual forma que para los hidrantes interiores de las oficinas administrativas. El resultado obtenido se observa en la figura "F-12"

c).- ESTACIONES DE ALARMA.

En este caso las estaciones manuales de alarma se ubicarán en el interior de las casas, junto a la puerta de acceso, dado que en este lugar se pueden activar al entrar o salir de ellas. De esta forma dichas estaciones quedarán protegidas de la intemperie.

13.- SISTEMAS AUXILIARES

La NFPA, con sus más de 100 años de documentar las experiencias de los

cuerpos de bomberos norteamericanos, en el capítulo 3 del "Fire Protection Handbook" nos señala que en esta clase de plantas las medidas que deben tomarse deben ser, tanto para la prevención como para el combate de los incendios. Algunas de las medidas preventivas más importantes son las siguientes.

- No se deberán usar anillos o relojes ni fumar en las áreas de trabajo.
 - Las áreas de corte, labrado o pulido de la madera deberán contar con colectores de polvo que incluyan separadores magnéticos y preventores de explosión
 - Deberá capacitarse al personal sobre la operación de los extinguidores e hidrantes, así como efectuar simulacros de incendio en los que participe el personal.
 - *Los aserraderos, el almacén de madera seca y el de madera sellada* deberán reforzarse o reconstruirse con materiales que puedan soportar un fuego durante cuatro horas
 - *El edificio de la fábrica de muebles* deberá desmantelarse y construirse uno nuevo con materiales no combustibles que tengan una resistencia al fuego igual a la señalada en el párrafo anterior. El diseño e instalación de la ventilación deberá permitir la salida de los gases y la sobre-presión resultante de un incendio
 - *Las cámaras de las estufas de secado* deberán aislarse de las contiguas mediante muros y puertas automáticas contra incendio, ambos con resistencias al fuego de una hora mínimo. Las puertas deberán instalarse de acuerdo con el NFPA-80
 - El equipo de protección y control eléctrico en las áreas con alta concentración de polvo deberán ser "a prueba de explosión"
 - Los equipos potentes de limpieza por vacío deberán ser adecuados para uso en áreas Clase II, División 1, Grupo "G", según el artículo 502 del NFPA-70; Los colectores de polvo deberán cumplir con el NFPA-91
 - El manejo y almacenamiento de líquidos inflamables deberá hacerse de acuerdo al NFPA-30
 - El equipo sujeto a electricidad estática deberá estar aterrizado en forma efectiva y permanente, acorde con el NFPA-77
 - La iluminación deberá diseñarse de acuerdo con el NFPA-78
- Para mayores detalles sobre las medidas de seguridad que deban tenerse en este tipo de plantas es recomendable consultar el NFPA-664 (Woodworking, Wood Flour).

III.2.- ARREGLO GENERAL DE LA RED

Una red contra incendio está formada por un arreglo de tuberías conectadas por un lado a una fuente de aprovisionamiento y por el otro a los sistemas a los que debe dar servicio. Para determinar la forma de alimentar los sistemas contra incendio de la planta se buscó una ruta de tubería dentro de una misma área. Esta ruta se decidió que fuera subterránea ya que el piso es de terracería por lo cual deberá estar fuera del paso de vehículos pesados para evitar que la misma se colapse.

Para cuantificar el flujo de agua requerido por cada zona se definió el diámetro de las mangueras a utilizar tomando en consideración la magnitud del riego en cada una

de ellas. Por esto se consideró necesario instalar mangueras de 38 mm (1-1/2") en las zonas de riesgo ligero y de 63 mm (2-1/2") con adaptador para manguera de 38 mm en las zonas con riesgo moderado y alto¹³. Esto último permite que los ocupantes del edificio operen los hidrantes mientras se presenta el personal de la brigada contra incendio y/o el H. cuerpo de bomberos

Basándose en el arreglo de hidrantes (y el consumo para rociadores en su caso)¹⁴ se determinó que el flujo de agua para cada zona es: (ver fig F-13)

1 - Aserraderos	q = 4,731 lpm (1,250 gpm)
2 - Almacén de madera seca	q = 3,861 lpm (1,020 gpm)
3 - Estufas de secado	q = 2,839 lpm (750 gpm)
4 - Fábrica de muebles	q = 3,265 lpm (863 gpm)
5 - Almacén de madera sellada	q = 1,893 lpm (500 gpm)
6 - Área de mantenimiento mecánico	q = 1,893 lpm (500 gpm)
7 - Área de casas en exhibición	q = 1,514 lpm (400 para ramal A-F) q = 2,271 lpm (600 para ramal A-L)
8 - Oficinas administrativas	q = 1,514 lpm (400 gpm)

Como el NFPA-14¹⁵ nos indica que si una fuente de suministro alimenta más de un área, el suministro total de dicha fuente puede determinarse de acuerdo al área de mayor riesgo. Del párrafo anterior se observa fácilmente que esa área corresponde a los aserraderos

Para determinar la presión de descarga de la bomba se sabe que esta es igual a la presión de alimentación al hidrante¹⁶ más las pérdidas por fricción y la diferencia de presión hidrostática entre ambos puntos. Ubicando la casa de bombas (C B) en un lugar relativamente próximo al riesgo de mayor magnitud a fin de que esta se encuentre fuera del área de peligro, el hidrante más desfavorable hidráulicamente podría estar ubicado en el área de casas en exhibición o en las oficinas administrativas (ver fig "F-13"). Estos hidrantes corresponden a los puntos "I" "W" o "T" en las figs "F-13" y "F-13A". El diámetro de cada tramo¹⁴ se determinó considerando el gasto máximo por área, una velocidad de flujo de 3.05 m seg máximo¹⁵ y una presión de descarga en la bomba no mayor de 10.5 Kg cm² (150 psi) que es el rango mínimo de los accesorios de tubería utilizados.

Calculando las pérdidas por fricción para las áreas donde se ubican los hidrantes mencionados (ver tablas 3 y 4) y comparándola con la de los sistemas de rociadores se observa que la presión de descarga mas alta es de 9.22 kg/cm^2 (131 psi) y el flujo mas alto 4,731 lpm (1,250 gpm). Estos datos corresponden a la fábrica de muebles y los aserraderos respectivamente. Por lo tanto, las condiciones que deberá suministrar la bomba son $Q = 4,731 \text{ lpm}$ a una presión de descarga de 9.22 kg/cm^2 (1,250 gpm @ 131 psi). Con estas condiciones de operación se procedió a hacer la selección del equipo en el capitulo siguiente.

CAPITULO IV

SELECCIÓN DE EQUIPO

En el capítulo anterior quedó definido el tipo y clasificación de los equipos necesarios, se observó que éstos se pueden agrupar de la siguiente manera:

- a).- Extintores.
- b).- Sistemas de Hidrantes.
- c).- Sistemas de rociadores automáticos.
- d).- Equipos de detección y alarma.

IV.1.- EXTINTORES PORTATILES

El NFPA-10⁸ indica que deben colocarse extintores portátiles en el área que quiera protegerse contra incendio. Estos extintores son con el propósito de atacar desde sus inicios un conato de incendio para reducir al mínimo los daños que el siniestro pudiera causar. Dichos extintores deberán ser del tipo y tamaño adecuado para el riesgo que deben cubrir.

Para la selección del extintor adecuado se deben tomar en cuenta las características tanto del lugar donde estará instalado como las de las personas que lo habrán de manejar.

Utilizando como guía el NFPA-10¹⁹ se concluyó que los extintores necesarios para este proyecto y sus modelos correspondientes en la marca "ANSUL"⁴⁰ son los siguientes:

	CLASIFICACION		CANTIDAD	CAPACIDAD	MODELO
1.-	2-A 5-B C	ABC	27	2 0 kg	SY-0515
2.-	2-A 10-B C	ABC	2	2 0 kg	SY-0515
3.-	2-A 20-B C	ABC	11	4 5 kg	Centry 5#
4.-	4-A 5-B C	ABC	19	4 5kg	Centry 10#
5.-	4-A 40-B C	ABC	6	4 5 kg	Red Line 10#
6.-	6-A 5-B C	ABC	12	2 25 kg	Centry 10#

IV.2.- SISTEMAS DE HIDRANTES

Los equipos y accesorios que componen estos sistemas son:

- a).- Hidrantes
- b).- Bombas
- c).- Motores
- d).- Tableros de control
- e).- Tubería y accesorios.

A continuación se detalla cada uno de ellos.

a).- Hidrantes

En el proyecto se usarán 3 tipos de Hidrantes:

- 1.- Gabinetes con manguera.
- 2.- Hidrantes de banqueta.
- 3.- Hidrantes con equipo dosificador de espuma.

1.- Gabinetes con manguera:

El tamaño de estos Hidrantes, de acuerdo al NFPA-14¹⁶ es:

AREA	CANTIDAD	DIAM.	LONGITUD		MODELO (prototipo)
			15 m	30 m	
Dirección	1	1-1/2"	1		15 m
Oficinas	4	2-1/2"	2	2	15 m y 30 m
Aserraderos	12	2-1/2"		12	30 m
Comedor	1	2-1/2"		1(*)	30 m
Estufas de Secado	3	2-1/2"		3	30 m
Fábrica de muebles	6	2-1/2"		6	30 m
Almacén Madera Sellada	2	2-1/2"		2	30 m
Area Mant. Mecánico	2	2-1/2"		2	30 m
Total	31		3	28	

Notas: (*) = Gabinetes de doble vista (ventana de cristal por ambos lados)

1. - Todos los modelos de 2 1/2" requieren adaptador adicional de 2-1/2" a 1-1/2" con rosca NHST. (National Hose Standard Thread)

2. - Estos modelos corresponden a la marca "PARSCH" e incluyen válvula de globo angular, manguera y adaptador, coples, chiflón y llave

2).- Hidrantes de banqueta

En este proyecto se usarán Hidrantes de banqueta en dos tamaños diferentes:

Prototipo:	Marca	Modelo	Cantidad	Diam.
Casas en Exhibición	Parsch		9	38 mm (1-1/2")
Alm. Madera Seca	Parsch		10	63 mm (2-1/2")

3).- Hidrantes con dosificador de espuma.

Dado que el agua no es muy adecuada para extinguir el fuego en nesgos tipo "B" pues el combustible se podría extender y/o mantenerse en la superficie, el NFPA-10 recomienda el uso de espumas contra incendio en estos casos ⁴¹ Estas espumas son generalmente una mezcla de agua y un agente espumante a la que se le inyecta aire para formar la espuma. Esto hace que en las áreas donde se tiene un nesgo moderado o alto del tipo "A-B", el uso de sistemas generadores de espuma resulte lo mas recomendable

Aprovechando la existencia de las mangueras contra incendio se puede utilizar un "Dosificador en Línea" el cual se coloca en el extremo de la manguera y antes del chiflón. Este dosificador es básicamente un Venturi que se encarga de suministrar al agua el espumante necesario para posteriormente adicionarle el aire en el "tubo espumador" y así generar la espuma. Estos dispositivos presentan la ventaja de poder seleccionar a voluntad el agente extintor a utilizar.

- a) Para agua se cierra simplemente el suministro del espumante
- b) Para espuma, se abre y se intercambia el chiflón por el tubo espumador.

Para el caso del almacén de madera sellada se utilizará un dosificador en línea. Este dosificador debe ser para manejar hasta 360 lpm (95 gpm).

Prototipo: Marca Total Modelo Z-4 Cantidad 2

Como en este caso la cantidad de combustibles líquidos es pequeña, bastará con utilizar espuma de baja expansión la cual al salir del chiflón y mezclarse con el aire forma una película que aísla al combustible del aire y lo sofoca, por lo cual no requiere del tubo espumador.

IV.3.- BOMBAS y MOTORES

El NFPA-14 ⁴⁶ indica que los sistemas húmedos de protección contra incendio deben contar con una fuente de suministro confiable. Esta fuente debe ser capaz de mantener el flujo y la presión del agua durante el tiempo que señala dicha norma. Esta fuente podrá ser un tanque elevado, un sistema hidroneumático, suministro municipal de agua a presión o una bomba contra incendio ⁵⁵, sin embargo cualquier fuente de suministro que se utilice deberá ser exclusivamente para la protección contra incendio.

De lo mencionado en el diseño del sistema se sabe que dichas fuentes deben cubrir las siguientes condiciones:

$$Q = 4,731 \text{ lpm (1,250 gpm)} \quad P_{\text{sum}} = 9.22 \text{ kg cm}^2 \text{ (131 psi)}$$

Dado que la alimentación a los rociadores debe durar cuando menos 90 minutos, el volumen de la fuente de suministro deberá ser de

$$4,731 \times 90 = 425,790 \text{ lt}$$

De aquí es fácil observar que la única fuente disponible en este caso son las bombas contra incendio.

El NFPA-20 ^{42, 41} indica que las bombas contra incendio deberán ser 3: a) una principal, accionada por motor eléctrico. b) una auxiliar, igual a la anterior pero accionada por una fuente motriz distinta y c) una tercera llamada " Jockey" para reponer las pequeñas fugas que suelen presentarse en los sistemas y que esto no provoque una señal de alarma.

De acuerdo con el NFPA-20 ⁴⁵ las bombas deberán tener una curva de comportamiento bastante plana (curva Q-H). Esto significa que deberán suministrar una presión a válvula cerrada menor o igual a 1.4 veces la presión de diseño (la presión con la que se seleccionó el punto de operación) y que cuando suministre un 50% mas del gasto seleccionado, la presión de descarga no sea menor del 65% de la presión de diseño.

Como las capacidades de estas bombas están estandarizadas ⁴⁴ se seleccionó la bomba precisamente para el gasto de 4,731 lpm (1,250 gpm) por lo cual, la curva de comportamiento deberá cumplir con lo siguiente:

$$\begin{array}{ll} Q = 0 & h \leq 129.10 \text{ m (423.5 ft)} \\ Q = 4,731 \text{ lpm (1,250 gpm)} & h = 92.2 \text{ m (302.5 ft)} \\ Q = 7,098 \text{ lpm (1,875 gpm)} & h \geq 60.0 \text{ m (197 ft)} \end{array}$$

Las bombas deberán ser acopladas a su motor mediante un cople flexible y ser montadas junto con estos en un patin de acero estructural.

Para la casa de bombas (C B) se selecciono un sistema de bombeo listado por U.L. (Underwriters Laboratories) y aprobado por F.M. (Factory Mutual) para servicio contra incendio. Este sistema consta de tres equipos independientes:

a)- La bomba principal es una bomba horizontal con carcasa bipartida marca Fairbanks Morse modelo 6-1824-BF la cual tiene una eficiencia en el punto de operación de 74 % y demanda una potencia al freno de

$$\begin{aligned} \text{BHP} &= (1 \text{ Kg} \cdot \text{ft}) (78.8 \text{ lps}) (92 \text{ m}) (1 \text{ HP} / 76 \text{ (Kg} \cdot \text{m} / \text{s})) (1 / 0.74) \\ &= 128.9 \text{ HP (96.2 KW)} @ 1,770 \text{ rpm} \end{aligned}$$

Ya que en la curva PC-147680 se observa que la máxima potencia demandada por la bomba es aproximadamente 149 KW (200 HP) por lo que se selecciono el motor de 149 KW (200 HP), 4 Polos, APG y con F.S. = 1.15 para operar a 220/440 V, 3 Fases, 60 Hz. La bomba cuenta además con una válvula automática eliminadora de aire, una válvula de alivio para evitar que la carcasa o la tubería llegaran a reventarse y un manómetro tanto en la succion como la descarga

b)- La bomba auxiliar es una bomba igual a la anterior pero cuenta además con una válvula de alivio para permitir la circulación de agua cuando opera a válvula cerrada. El accionador de esta bomba es un motor Diesel cuya potencia se determino aumentando a la potencia demandada por la bomba las pérdidas provocadas por la reducción en la presión atmosférica y por la temperatura del sitio ⁴²

$$\text{Condiciones del sitio: } T = 18 \text{ }^\circ\text{C} \quad \text{A S N.M.} = 2,640 \text{ m}$$

$$\text{Factor de altitud} \quad C_a = (\text{ASN.M.} - 914) \times 0.03 / 304.8 \quad C_a = 0.2508$$

$$\text{Factor de temp.} \quad C_t = (T - 25) / 5.5 \quad (T \geq 25 \text{ }^\circ\text{C}) \quad C_t = 0$$

$$KW_{\text{listados}} = (1 + Ca + Ct) KW \quad KW_{\text{listados}} \geq 1.2508 (149.2 KW)$$

$$KW_{\text{listados}} \geq 186.6 KW (250 HP)$$

El motor seleccionado es un motor Diesel marca Clark modelo JW6H-UF30 que suministra 198 KW (265 HP) a 1750 rpm a la altura de la Cd. de Toluca;

Los accesorios con que deberá contar son los siguientes:

- 1.- Intercambiador de calor.
- 2.- Flecha corta
- 3.- Tanque de combustible
- 4.- Protección por alta temperatura del agua o baja presión de aceite.
- 5.- Silenciador tipo industrial.
- 6.- Tablero de instrumentos con llave.
- 7.- Contador de horas de operación
- 8.- Pre calentador de agua.
- 9.- Juego de contactores
- 10.- Dos bancos de baterías y cables.

c) - Para la bomba Jockey se seleccionó una bomba marca "Sentinel" modelo "T-5" que proporciona 12.5 lpm @ 100 m (3 gpm @ 328 Ft) La bomba requiere un motor de 2.0 HP, 2 Polos, APG como se observa en la curva F-16.

IV.4.- TABLEROS DE CONTROL

Dado que los tableros de control también deben cumplir con el NFPA-20^{53, 54} se seleccionaron los siguientes tableros en la marca "METRON" para control de las bombas.

	Potencia	Voltaje	Tipo de arranque	Modelo
Bomba principal	200 HP	440 V.C.A.	Tensión reducida	M450
Bomba auxiliar		127 V.C.A.		FD2
Bomba Jockey	2.0 HP	440 V.C.A.	Tensión Plena	M15

IV.5.- TUBERIA Y ACCESORIOS

A).- Tubería

La tubería para los "Risers", los ramales y los niples será en Acero al Carbón laminado en caliente, ASTM A-53 grado "B",⁴⁷ sin costura. Para diámetros hasta 152 mm (6") la tubería será cedula #0. Para 203 mm (8") y mayores la cédula será 30.

B).- Conexiones.

Las conexiones serán en acero ASTM A-234 del tipo soldable, pared estándar y las bridas en acero forjado ASTM A-105, tipo deslizable (slip-on), clase 150, cara realzada (R.F) diseñadas según la norma ANSI-ASME B-16.5.

C).- Válvulas.**1).- Válvulas de seccionamiento**

Serán del tipo compuerta, vástago saliente, con cuerpo de hierro fundido y asientos de bronce, clase 125, extremos bridados.

Prototipo: marca Walworth figura W726 F

2).- Válvulas de retención.

Serán tipo columpio, para instalación horizontal o vertical, tapa bridada, cuerpo de fierro fundido e interiores en bronce, clase 125, extremos bridados.

Prototipo marca Walworth, figura W929F.

3).- Válvulas de mariposa.

Prototipo marca "Bray" para servicio contra incendio. Serie 34, Clase 150.

D).- Juntas Flexibles.

Estas juntas sirven para amortiguar las vibraciones de la tubería al cerrar repentinamente los Hidrantes⁶¹

Prototipo. Marca Dresser tamaño : 4 " , 6 " y 8"

E).- Tomas Siamesas.

Serán de bronce cromado, con salida de 4" de diam., Rosca N.P T (National Pipe Thread) y 2 entradas de 2 1/2" N.H.S. (National Hose Standard), con chapaletas interiores, taponés, cadenas y chapetón con la inscripción "Bomberos".

Prototipo marca Parsch modelo

F).- Mangueras

Serán fabricadas en hule sintético y recubiertas con fibras continuas de poliéster sin costura. Además tendrán incorporados coples de bronce pulido con cuerda N.H.S, macho en un extremo y hembra en el otro

Prototipo: marca "Parsch tipo.- Robust Sintética Especial.

G).- Chiflones para manguera.

Serán de bronce cromado, ajustables a tres pasos (chorro, niebla y cerrado total)

Prototipo chiflón de niebla marca " Parsch" modelo : MM o sim.

H).- Filtros.

El objeto de estos filtros tipo aprobado por "U.L." (Underwriters Laboratories) para servicio contra incendio es evitar que penetren partículas al sistema y puedan obstruir los rociadores, chiflones o asientos de válvulas.

Prototipo Hellan modelo "D"

IV.6.- SISTEMAS DE ROCIADORES AUTOMATICOS**a).- Tubería.**

Para cabezales y ramales será de acero rolado tipo ASTM A- 53 Gr."B" con costura, ced. 40 ^{A1} y de los diámetros señalados en el NFPA-13 ¹².

b).- Accesorios.

Los accesorios para estos sistemas de 13 a 51 mm (1/2" a 2") serán de Hierro Dúctil ASTM A-395 para 150 # con conexiones roscadas. Los de 63 mm (2-1/2") en adelante serán de Acero Forjado ASTM A-105, pared estándar con conexiones soldables.

c).- Válvulas de alarma.

Se requieren 2 piezas de 6" de diam. para operación vertical, con cámara retardante y su trim (paquete de accesorios básico y de disparo) para presión variable.

Prototipo Marca: Viking modelo "F-1" de 6".

d).- Motor de Agua y Gong

Su función es hacer sonar una campana cuando se detecta flujo de agua en el "Riser" para indicar que uno o mas rociadores se han activado.

Prototipo Marca: Viking modelo F-1

e).- Rociadores.

Los rociadores serán del tipo "hacia arriba" (Upright) con orificio de 13.5 mm (17/32"), una $k = 114.2 \text{ lpm} / \sqrt{\text{kg/cm}^2}$ (8.0 gpm / $\sqrt{\text{psi}}$) y una temperatura de disparo de 77 °C (170 °F)(ordinaria)^{39 y 51}.

Prototipo :Marca Viking modelo "M" tipo SSU (Standard Sprinkler Upright).

IV.7.- EQUIPO DE DETECCION, ALARMA Y SUPERVISION

a).- Estaciones Manuales de Alarma.

Son interruptores de un polo que activan una sirena y envían una señal al tablero de alarma para que se localice el área donde fue activada. Estos dispositivos deben contar con un cristal o varilla que se rompa al activar la señal y poder desactivarse solo por personal autorizado

Prototipo: Marca Ademco Modelo 862.

b).- Sirenas.

Serán para operar con 220 VCA, instalación vertical, con un nivel sonoro de 130 dB(A) a 1 m y para trabajar a la intemperie.

Prototipo: marca : Guardian Electric modelo 5220 V.

c).- Tableros de Alarma y Detección

Este tablero sera para 16 areas, totalmente supervisado tanto en las entradas como en las salidas de señal, con cargador automático de baterías. Las baterías serán de electrolito "Gelado" para 16 Amp-hora.

Prototipo: Marca Total-Walther modelo 6351 / 16 .

CONCLUSIONES

En los capítulos anteriores se han seleccionado equipos y diseñado sistemas tendientes a controlar o extinguir un conato de incendio que pudiera presentarse en cualquiera de las áreas de una planta procesadora de madera. Todas ellas son medidas correctivas. Sin embargo, dentro de la protección contra incendio existen muchas otras, las cuales se menciona en el capítulo III y que son básicamente de carácter preventivo. Estas medidas "hacen mucha luz" sobre los riesgos que se presentan durante las operaciones que se llevan a cabo en esta clase de plantas y las medidas que se deben tomar para controlar, extinguir, o mitigar los efectos, ya sean de un incendio o incluso una explosión. Estas medidas, por requerir de conocimientos multidisciplinarios y por falta de espacio no pudieron ser desarrolladas en este trabajo. Lo anterior pone de manifiesto que el tema aún no se encuentra agotado y esto representa una oportunidad para que en otros trabajos de titulación similares se retome dicho tema y se aborden los aspectos adicionales.

Otro de los aspectos importantes es que existe una gran cantidad de información sobre las medidas de seguridad que se deben aplicar en las plantas de procesamiento y almacenaje de madera. No obstante, a nivel nacional se carece de un documento sencillo, suficiente y funcional donde se indique cual es el origen de los riesgos y cuales las medidas que se deben aplicar en las plantas donde se llevan a cabo este tipo de operaciones. Las empresas de este ramo funcionan aplicando solamente unas cuantas de estas medidas por lo que se hace patente la necesidad de elaborar un Manual de Protección contra Incendio para las plantas procesadoras de este género.

Una de las características sobresalientes de la planta analizada es que maneja una amplia diversidad de procesos en donde cada uno de ellos podría considerarse una planta en sí misma. Dado que la generalidad de las plantas cuentan con menos procesos, es recomendable tomarla como modelo. Esto podría generar un manual de Protección contra Incendio plausible que incluso permita profundizar sobre el conocimiento de los equipos y sistemas más utilizados para este servicio. Así mismo permite el análisis sobre los criterios de seguridad contra incendio que se deben aplicar en las plantas donde se llevan a cabo operaciones similares.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

ANEXOS

ANEXO A-1.

FIGURAS

INDICE DE FIGURAS

F-00	SIMBOLOGIA.	F-09B	FABRICA DE MUEBLES. HIDRANTES Y ROCIADORES. (ARREGLO DE TUBERIA).
F-01	ARREGLO GENERAL DE LA PLANTA	F-10	ALMACEN DE MADERA SELLADA. EXTINTORES E HIDRANTES.
F-02	CASETA DE VIGILANCIA.	F-11	AREA DE MANTENIMIENTO MECANICO. EXTINTORES E HIDRANTES.
F-03	DIRECCION	F-12	AREA DE CASAS EN EXHIBICION. ARREGLO DE HIDRANTES.
F-04	OFICINAS ADMINISTRATIVAS.	F-13	ARREGLO GENERAL DE LA RED.
F-05	ASERRADEROS 1 Y 2 LOCALIZACION DE EXTINTORES E HIDRANTES.	F-13A	RED DE HIDRANTES PUTA DE TUBERIAS.
F-06	COMEDOR. ARREGLO DE HIDRANTES Y EXTINTORES.	F-13B	DETALLE DE OFICINAS ADMINISTRATIVAS. RED DE HIDRANTES.
F-07	ALMACEN DE MADERA SECA. DISTRIBUCION DE HIDRANTES Y EXTINTORES.	F-13C	ARREGLO DE HIDRANTES EN ASERRADERO. DIAGRAMA AUXILIAR.
F-07A	ALMACEN DE MADERA SECA. DIAGRAMA AUXILIAR	F-14	CASA DE BOMBAS ARREGLO DE TUBERIAS
F-07B	ALMACEN DE MADERA SECA. SISTEMA DE ROCIADORES (VISTA LATERAL).	F-15	BOMBA PRINCIPAL Y AUXILIAR CURVA DE COMPORTAMIENTO.
F-07C	ALMACEN DE MADERA SECA. SISTEMA DE ROCIADORES (VISTA EN PLANTA).	F-16	BOMBA JOCKEY CURVA DE COMPORTAMIENTO.
F-07D	ALMACEN DE MADERA SECA. SISTEMA DE ROCIADORES, (ARREGLO DE TUBERIAS).		
F-08	ESTUFAS DE SECADO. DISTRIBUCION DE HIDRANTES Y EXTINTORES.		
F-09	FABRICA DE MUEBLES. DISTRIBUCION DE EXTINTORES		
F-09A	FABRICA DE MUEBLES. UBICACION DE HIDRANTES Y ROCIADORES.		





























UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

INDICE DE FIGURAS

TESIS PROFESIONAL

RAFAEL REYES GARCIA

SIMBOLOGIA

<p> ESTACION MANUAL DE ALARMA</p> <p> MOTOR DE AGUA Y GONG</p> <p> PANEL DE CONTROL</p> <p> VALVULA DE VASTAGO SAJENTE</p> <p> VALVULA CHECK</p> <p> TOMA SIAMESA</p> <p> HIDRANTE DE BANQUETA</p> <p> HIDRANTE (EXT. o INT.)</p> <p> ROCIADOR HACIA ARRIBA</p> <p> "RISER" (PARA ROCIADORES)</p> <p> VALVULA CHECK PARA ALARMA</p> <p> GABINETE CON MANGUERA</p> <p> MEDIDOR DE FLUJO</p> <p> INDICADOR DE PRESION (MANOMETRO)</p> <p> BOMBA CENTRIFUGA</p>	<p> VALVULA DE COMPUERTA</p> <p> VALVULA DE MARIPOSA</p> <p> VALVULA DE BOLA</p> <p> VALVULA DE ALJIVO</p> <p> VALVULA DE GLOBO ANGULAR</p> <p> REDUCCION CONCENTRICA</p> <p style="text-align: center;"><u>EXTINGUIDORES PORTATILES</u></p> <p> SIMBOLO GENERAL</p> <p> EXTINGUIDOR DE AGUA</p> <p> EXTINGUIDOR B-C</p> <p> EXTINGUIDOR A-B-C</p> <p> EXTINGUIDOR DE CO2</p>
--	--



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

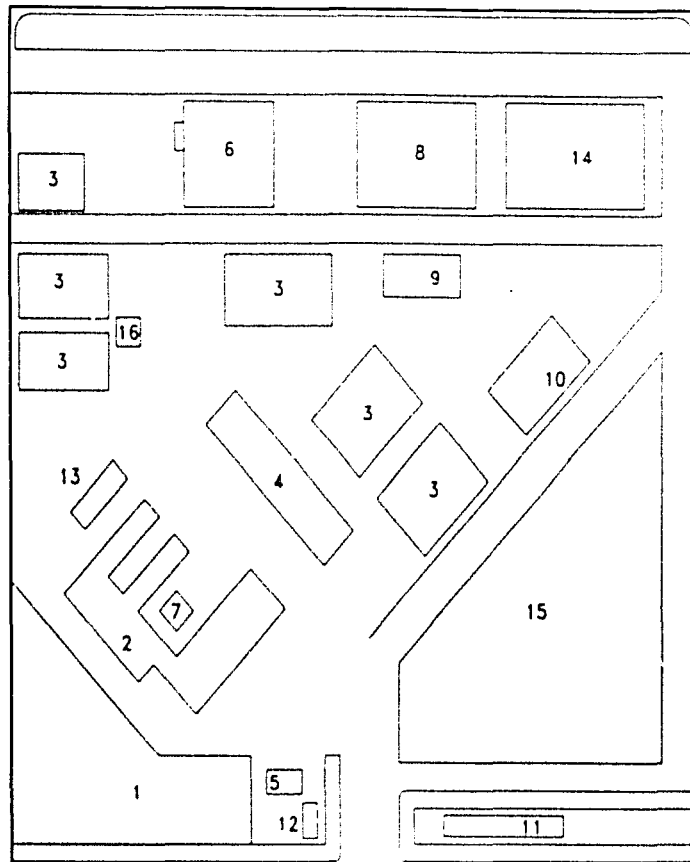
S I M B O L O G I A

FIGURA

F-00

TESIS PROFESIONAL

RAFAEL REYES GARCIA



NOMENCLATURA :

- 1.- PATIO DE ALMACENAMIENTO DE TRONCOS
- 2.- ASERRADEROS
- 3.- PATIO DE AEREACION
- 4.- ALMACEN DE MADERA SECA
- 5.- DIRECCION
- 6.- ESTUFAS DE SECADO Y AREA DE FUERZA
- 7.- SUBESTACION
- 8.- FABRICA DE MUEBLES
- 9.- ALMACEN DE MADERA SELLADA
- 10.- AREA DE MANTENIMIENTO MECANICO
- 11.- OFICINAS ADMINISTRATIVAS
- 12.- CASETA DE VIGILANCIA
- 13.- COMEDOR
- 14.- VIVERO
- 15.- AREA DE CASAS EN EXHIBICION
- 16.- CASA DE BOMBAS



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

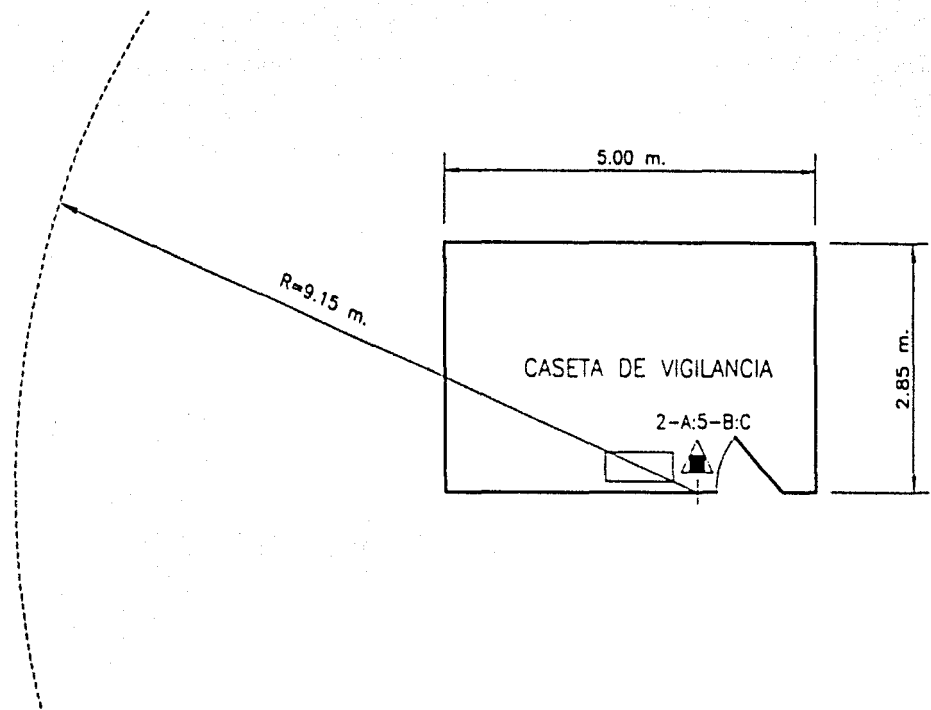
ARREGLO GENERAL DE LA PLANTA

FIGURA

F-01

TESIS PROFESIONAL

RAFAEL REYES GARCIA



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 FACULTAD DE INGENIERIA

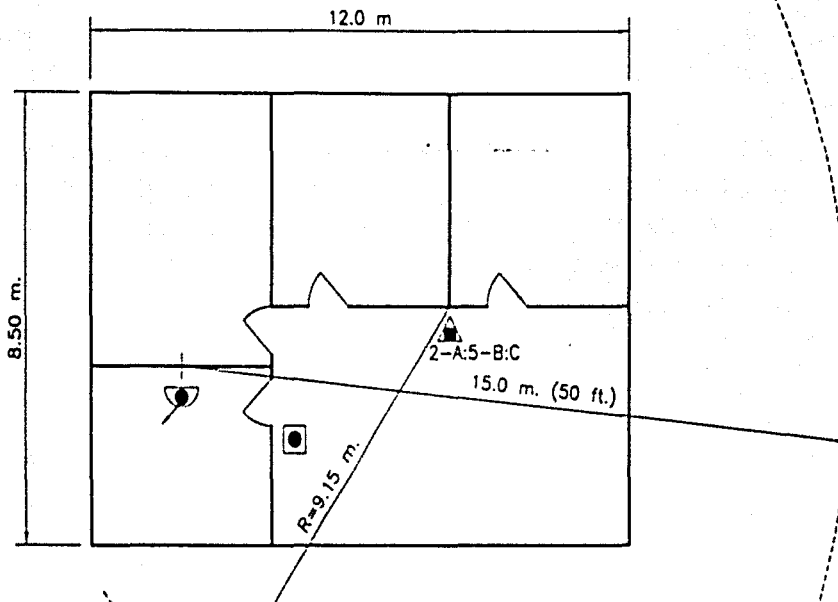
CASETA DE VIGILANCIA

TESIS PROFESIONAL

RAFAEL REYES GARCIA

FIGURA

F-02



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

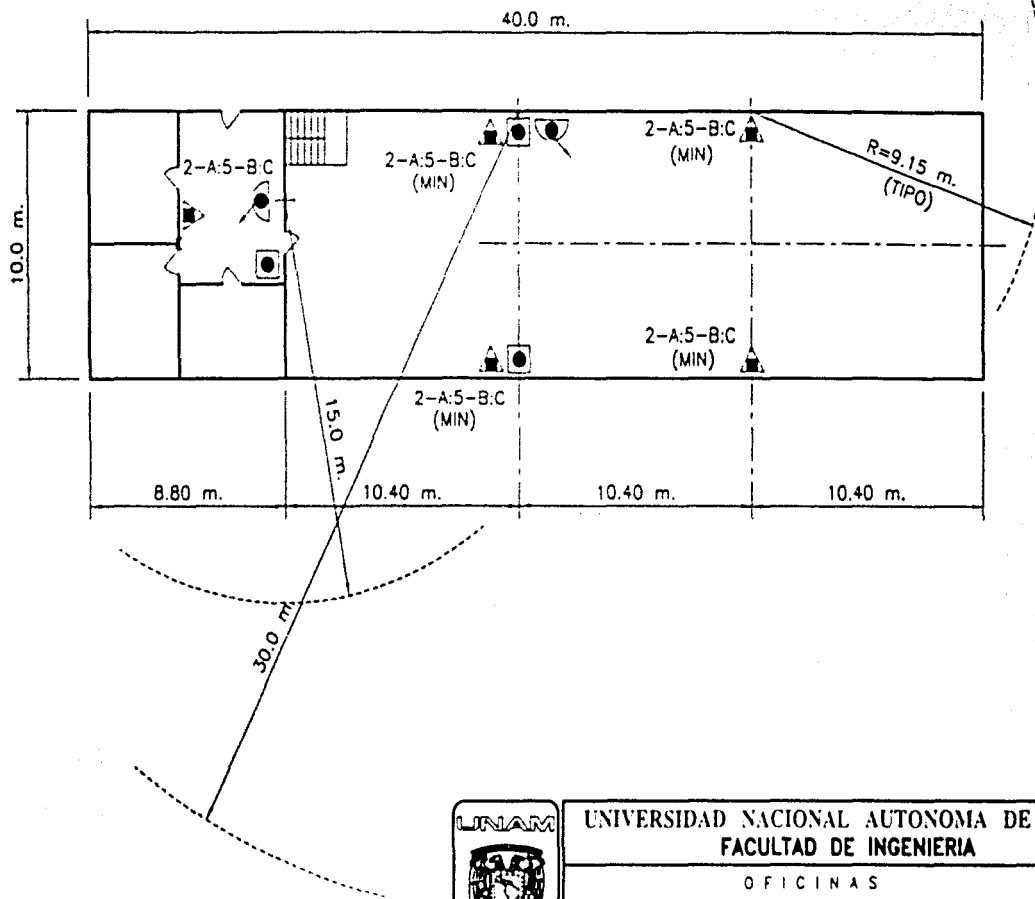
DIRECCION

FIGURA

F-03

TESIS PROFESIONAL

RAFAEL REYES GARCIA



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

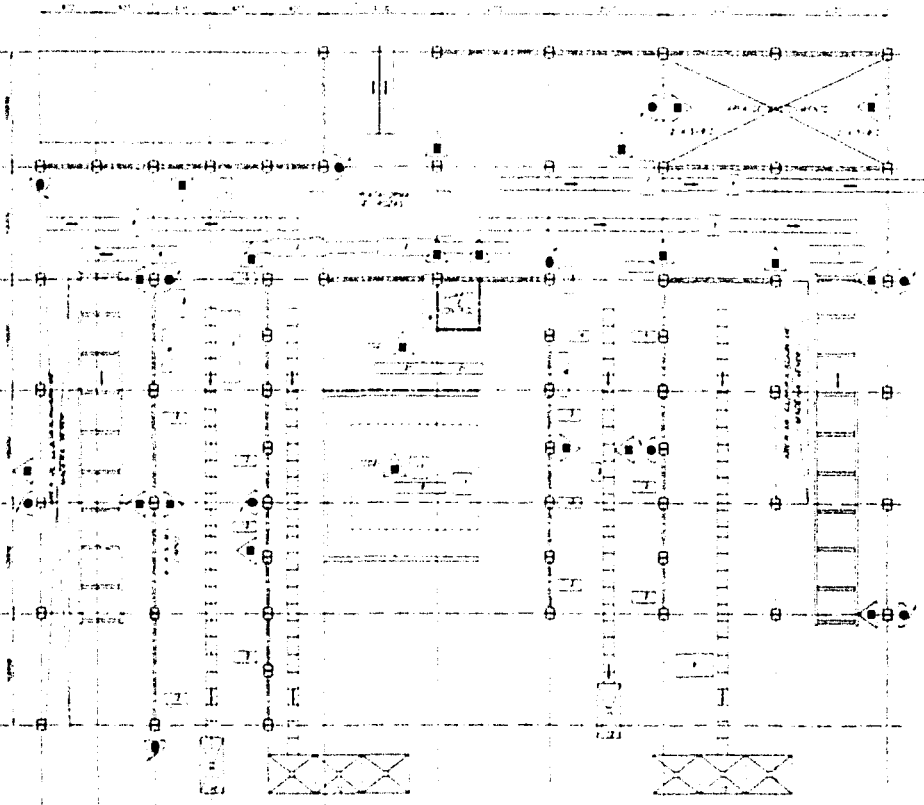
OFICINAS
ADMINISTRATIVAS

FIGURA

F-04

TESIS PROFESIONAL

RAFAEL REYES GARCIA




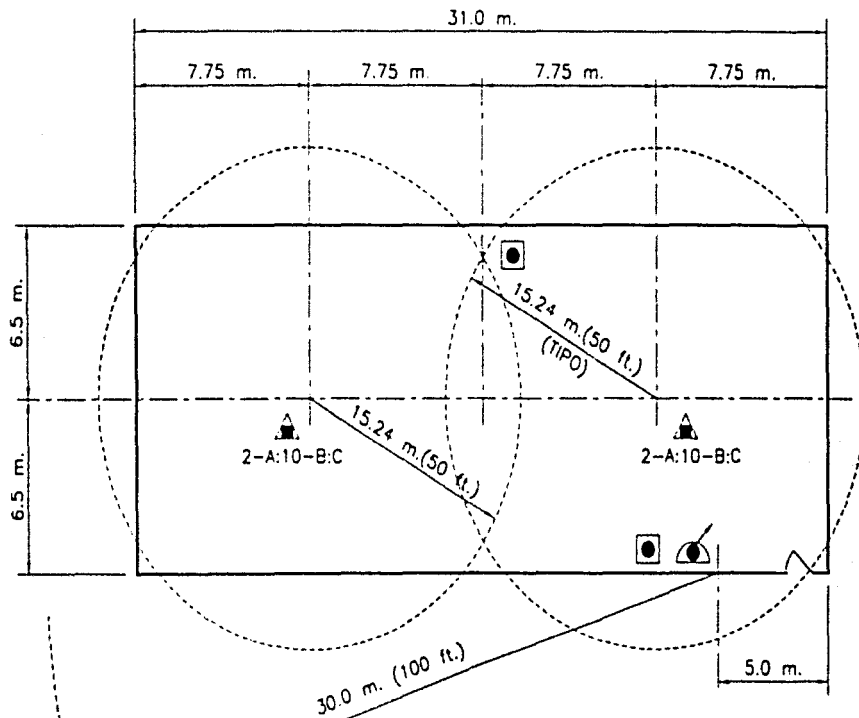
- LEGENDA**
- 1. SALIDA DE EMERGENCIA
 - 2. CARRILLO
 - 3. MESA DE REUNIONES
 - 4. MESA DE TRABAJO PARA DOS
 - 5. MESA DE TRABAJO PARA UNO
 - 6. MESA DE TRABAJO PARA TRES
 - 7. MESA DE TRABAJO PARA CUATRO
 - 8. MESA DE TRABAJO PARA CINCO
 - 9. MESA DE TRABAJO PARA SEIS
 - 10. MESA DE TRABAJO PARA SIETE
 - 11. MESA DE TRABAJO PARA OCHO
 - 12. MESA DE TRABAJO PARA NUEVE
 - 13. MESA DE TRABAJO PARA DIEZ
 - 14. MESA DE TRABAJO PARA ONCE
 - 15. MESA DE TRABAJO PARA DOCE
 - 16. MESA DE TRABAJO PARA TRECE
 - 17. MESA DE TRABAJO PARA CATORCE
 - 18. MESA DE TRABAJO PARA QUINCE
 - 19. MESA DE TRABAJO PARA DIECISEIS
 - 20. MESA DE TRABAJO PARA DIECISIETE
 - 21. MESA DE TRABAJO PARA DIECIOCHO
 - 22. MESA DE TRABAJO PARA DIECINUEVE
 - 23. MESA DE TRABAJO PARA VEINTE

- LEGENDA**
- 1. MESA
 - 2. MESA DE TRABAJO
 - 3. MESA DE TRABAJO PARA DOS
 - 4. MESA DE TRABAJO PARA UNO
 - 5. MESA DE TRABAJO PARA TRES
 - 6. MESA DE TRABAJO PARA CUATRO
 - 7. MESA DE TRABAJO PARA CINCO
 - 8. MESA DE TRABAJO PARA SEIS
 - 9. MESA DE TRABAJO PARA SIETE
 - 10. MESA DE TRABAJO PARA OCHO
 - 11. MESA DE TRABAJO PARA NUEVE
 - 12. MESA DE TRABAJO PARA DIEZ
 - 13. MESA DE TRABAJO PARA ONCE
 - 14. MESA DE TRABAJO PARA DOCE
 - 15. MESA DE TRABAJO PARA TRECE
 - 16. MESA DE TRABAJO PARA CATORCE
 - 17. MESA DE TRABAJO PARA QUINCE
 - 18. MESA DE TRABAJO PARA DIECISEIS
 - 19. MESA DE TRABAJO PARA DIECISIETE
 - 20. MESA DE TRABAJO PARA DIECIOCHO
 - 21. MESA DE TRABAJO PARA DIECINUEVE
 - 22. MESA DE TRABAJO PARA VEINTE

- LEGENDA**
- 1. TRANSFORMADOR
 - 2. CABLE DE ALUMINIO
 - 3. CABLE DE CUPRO
 - 4. CABLE DE COBRE
 - 5. CABLE DE ALACRIL
 - 6. CABLE DE NYLON

PROYECTO DE INGENIERIA EN INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA

	<p>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO FACULTAD DE INGENIERIA</p>	<p>FOLIO</p>
<p>ASEPRADEROS 1 Y 2 LOCALIZACION DE EXTINTORES E HIDRANTES</p>		<p>F-05</p>
<p>TESIS PROFESIONAL RAFAEL REYES GARCIA</p>		



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA

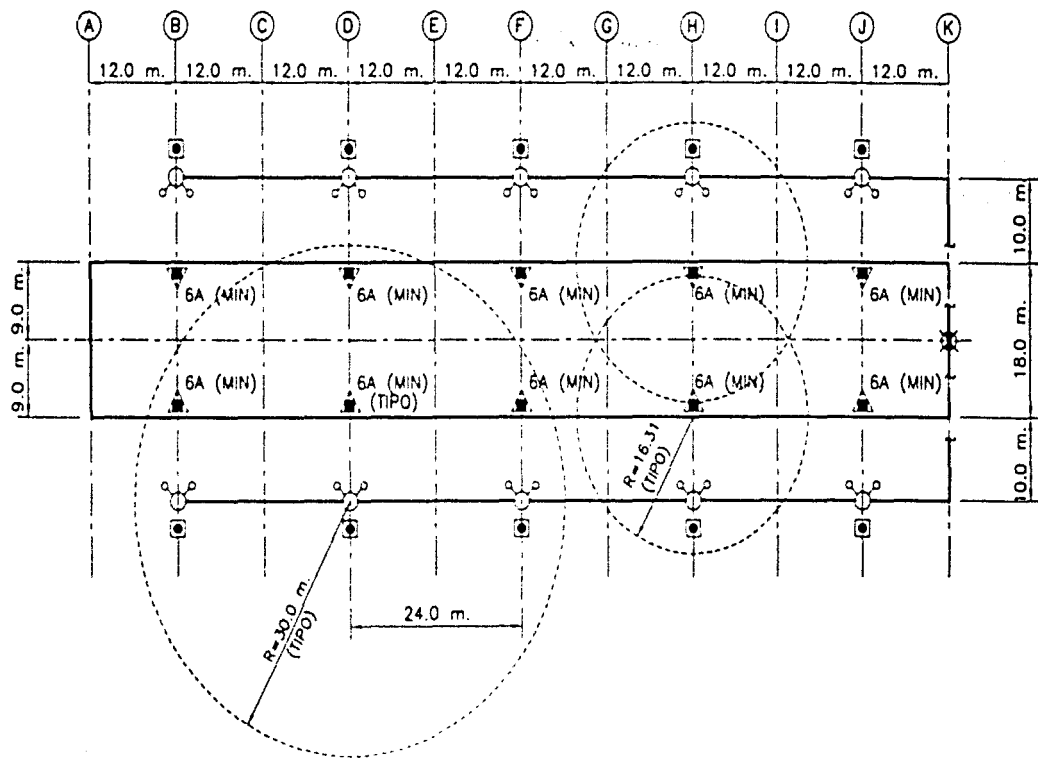
COMEDOR
ARREGLO DE HIDRANTES Y EXTINTORES

TESIS PROFESIONAL

RAFAEL REYES GARCIA

FIGURA

F-06



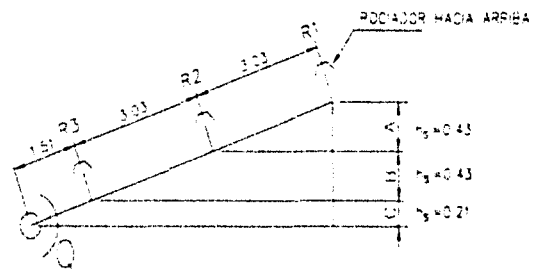
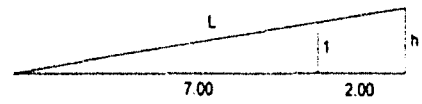
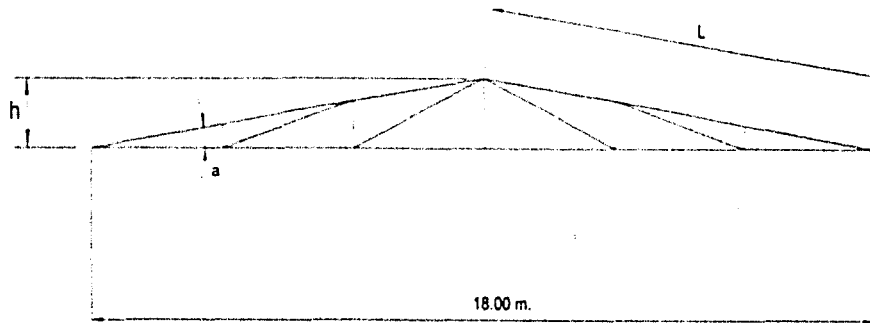
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

ALMACEN DE MADERA SECA
 DISTRIBUCION DE HIDRANTES Y EXTINTORES

TESIS PROFESIONAL

RAFAEL REYES GARCIA

FIGURA
F-07



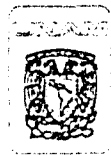
$TAN \alpha = 1/7$

$A = B = 3.03 \text{ SEN } \alpha$

$A = B = .43 \text{ m.}$

$C = 1.51 \text{ SEN } \alpha$

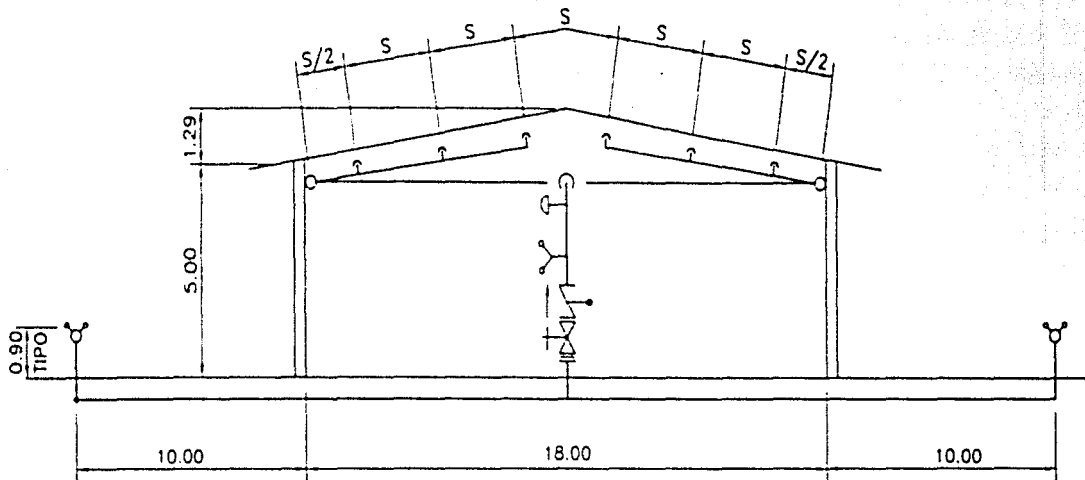
$C = 0.21 \text{ m.}$



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

ALMACEN DE MADERA SECA
DIAGRAMA AUXILIAR
TESIS PROFESIONAL | RAFAEL REYES GARCIA

FIGURA
F-07A



COTAS EN METROS



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA

ALMACEN DE MADERA SECA
SISTEMA DE ROCIADORES. VISTA LATERAL

FIGURA

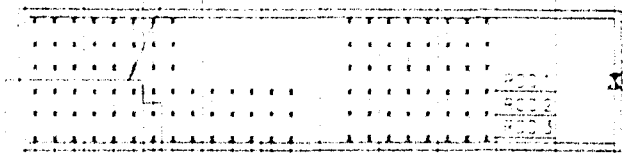
F-07B

TESIS PROFESIONAL

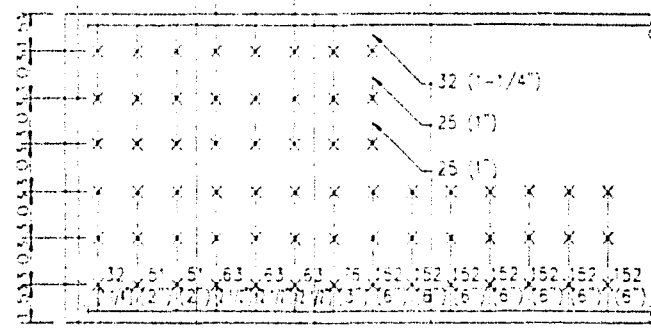
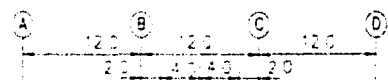
RAFAEL REYES GARCIA

A B C D E F G H I J K

AREA SECA



5000 4000 3000 2000 1000
 1000 2000 3000 4000 5000



COTAS EN : mm (PULO)

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA



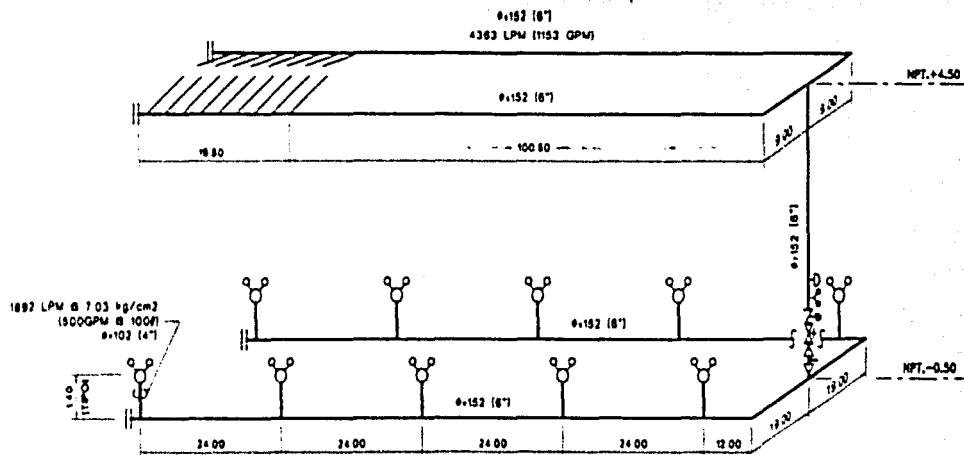
ALMACEN DE MADERA SECA

SISTEMA DE POCIADORES, VISTA EN PLANTA

TESIS PROFESIONAL

RAFAEL REYES GARCIA

FIGURA
 F-07C



COTAS EN : METROS
 DIAMETROS EN : mm. (pulg.)



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 FACULTAD DE INGENIERIA

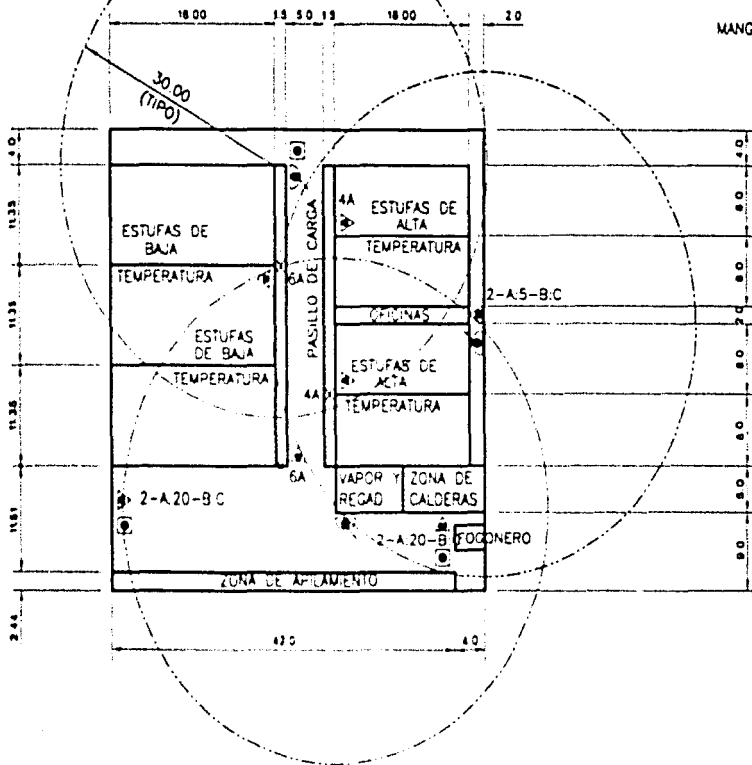
ALMACEN DE MADERA SECA
 SISTEMA DE ROCIADORES. ARREGLO DE TUBERIAS

FIGURA

F-07D

TESIS PROFESIONAL

RAFAEL REYES GARCIA



COTAS EN METROS



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 FACULTAD DE INGENIERÍA

ESTUFAS DE SECADO
 DISTRIBUCION DE HIDRANTES Y EXTINTORES

TESIS PROFESIONAL

RAFAEL REYES GARCIA

FIGURA
 F-08



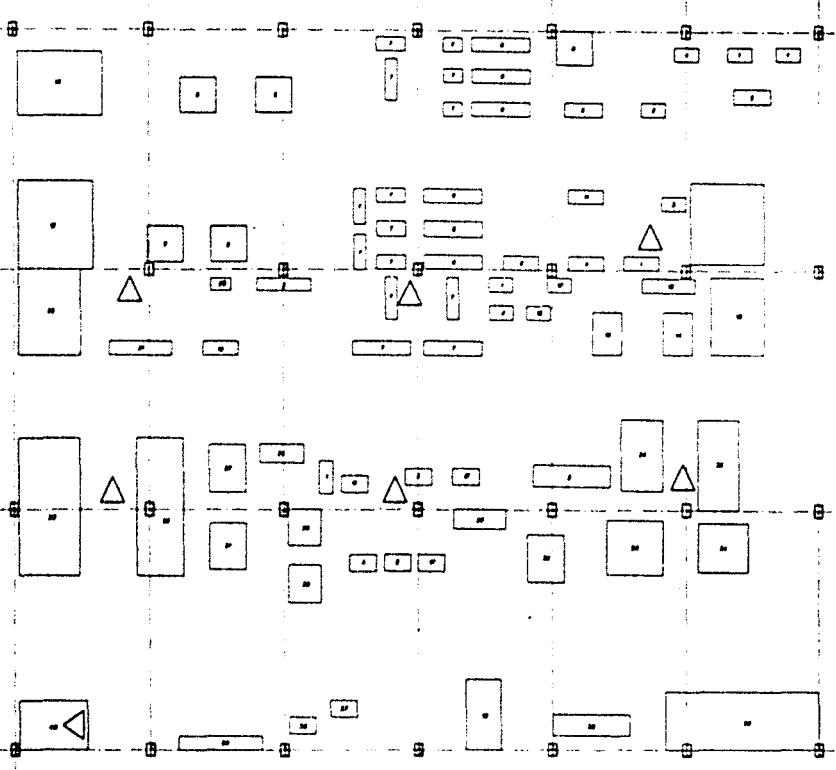
1 2 3 4 5 6 7

A

B

C

D



NOTAS.

1. AGOSTACIONES EN METROS SALVO
DIFERENCIACION.

1. MOUTER
2. CERRILLO UNA CASA
3. TENDIDO
4. FRESCO D
5. LAVADOR
6. ALMACEN DE MATERIA PARA LAMP
7. ARMADO
8. APLICACION DE BOLLADOR
9. APLICACION DE LACA EN TERIA
10. ALACER DE TERMINADO
11. FERRAMENTAS
12. ALMACEN DE PRODUCTO TERMINADO EXTERNO
13. ALMACEN DE UN TERMIN PARA TABLONES
14. FERRAMENTAS DE TABLONES
15. TABLONES ACABADO
16. ALACER DE MATERIA PRIMA
17. SERVA CORTA
18. SERVA CORTA M
19. CERRILLO OTRAS
20. SERVICIOS
21. ARMAD SECOTINA
22. ALMACEN DE PRODUCTO TERMINADO
23. SERVA FERRILLO
24. ALMACEN DE UN TERMIN M
25. CARPINTERIA No 1
26. TELA DE BANO
27. ARMADO BOMBYTE CULTURAL
28. ARMADO DE CUBIERTO
29. ARMADO DE PRODUCTO TERMINADO
30. ARMADO LA TERIA CORTA
31. ALACER DE MATERIA PRIMA ACABADO
32. SERVA ACABA
33. SERVA ACABA
34. MATERIA PRIMA ACABADO
35. SERVA ACABA
36. SERVA ACABA
37. SERVA DE PL
38. CARPINTERIA No 1
39. TABLONES ELECTRO
40. ALACER DE MATERIA PRIMA



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

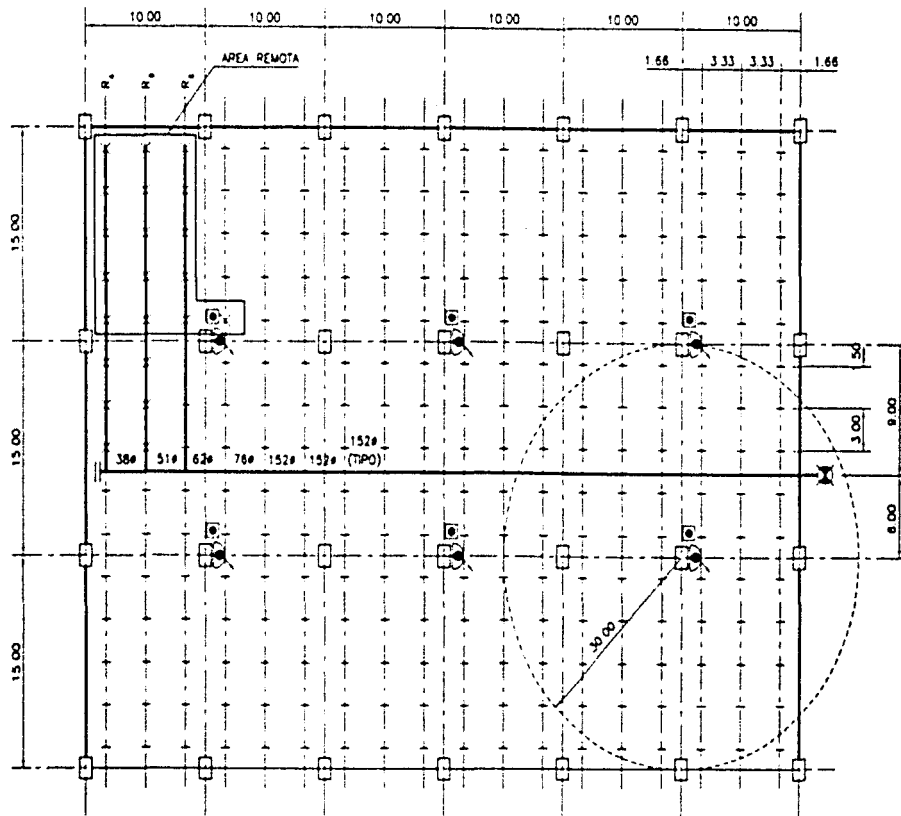
FABRICA DE MUEBLES
DISTRIBUCION DE EXTINTORES

TESIS PROFESIONAL

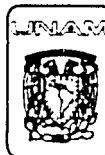
RAFAEL REYES GARCIA

FIGURA

F-09



COTAS EN METROS



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA

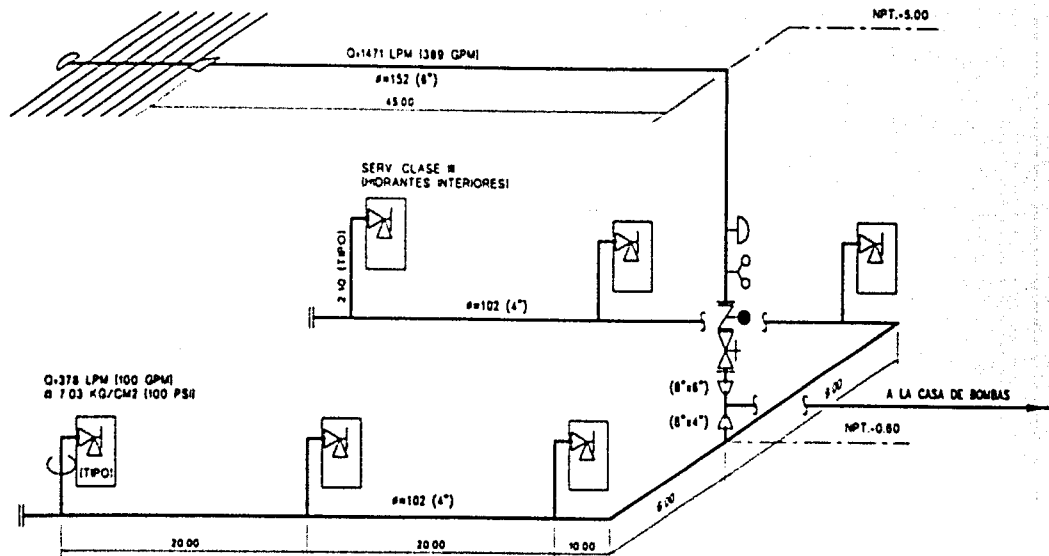
FABRICA DE MUEBLES
UBICACION DE HIDRANTES Y ROCIADORES

TESIS PROFESIONAL

RAFAEL REYES GARCIA

FIGURA

F-09A



COTAS EN METROS
 DIAMETROS EN mm (pulg.)
 NIVELES EN METROS

**TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 FACULTAD DE INGENIERÍA**

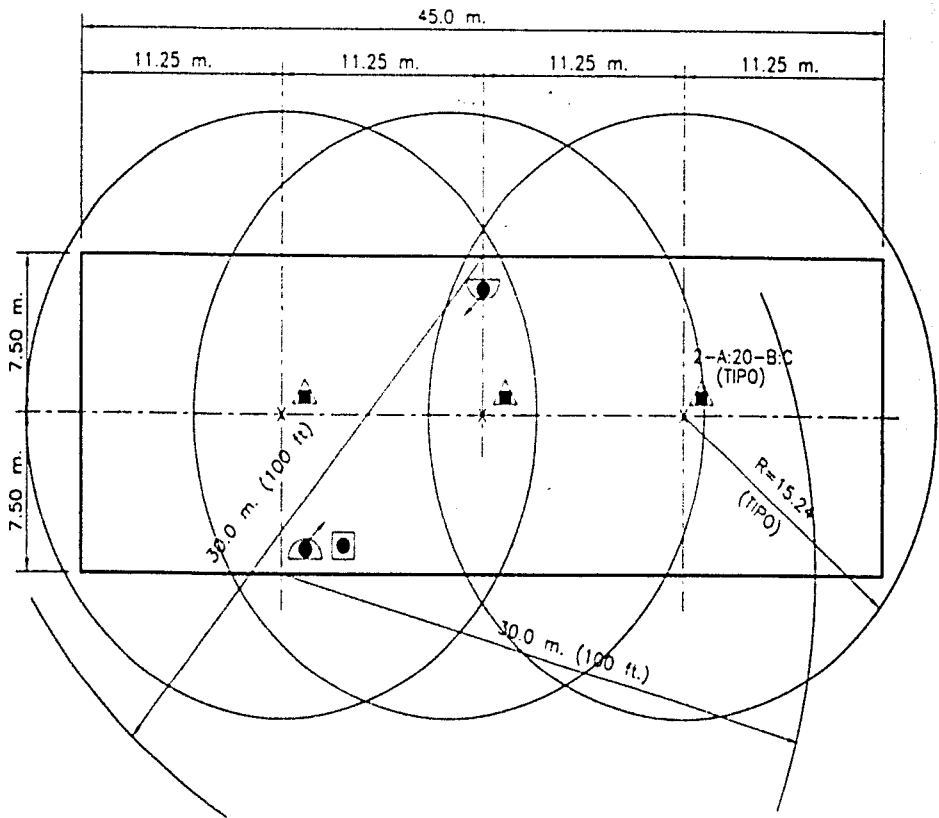
FABRICA DE MUEBLES
 HIDRANTES Y ROCIADORES; ARREGLO DE TUBERIA

TESIS PROFESIONAL

RAFAEL REYES GARCIA

FIGURA

F-09B



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

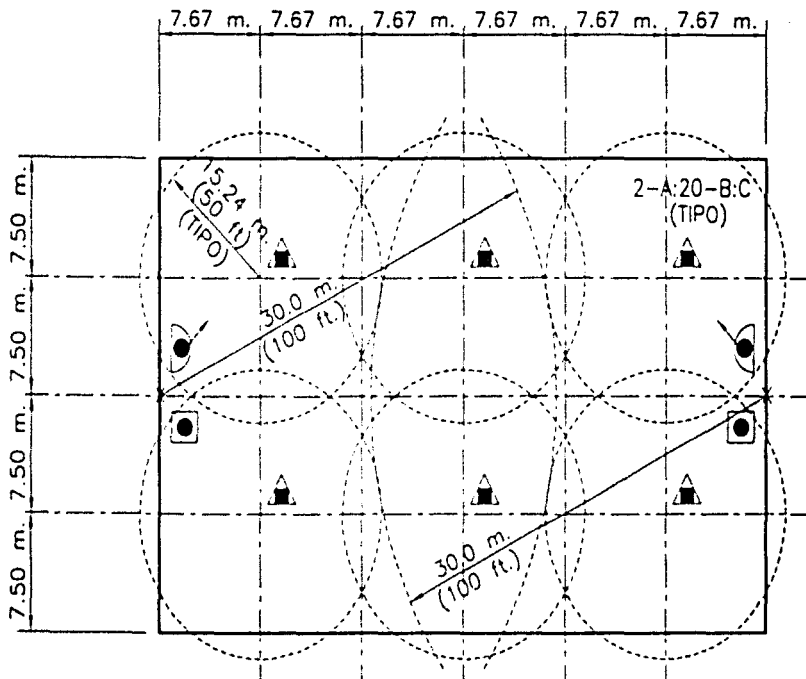
ALMACEN DE MADERA SELLADA
 EXTINTORES E HIDRANTES

TESIS PROFESIONAL

RAFAEL REYES GARCIA

FIGURA

F-10

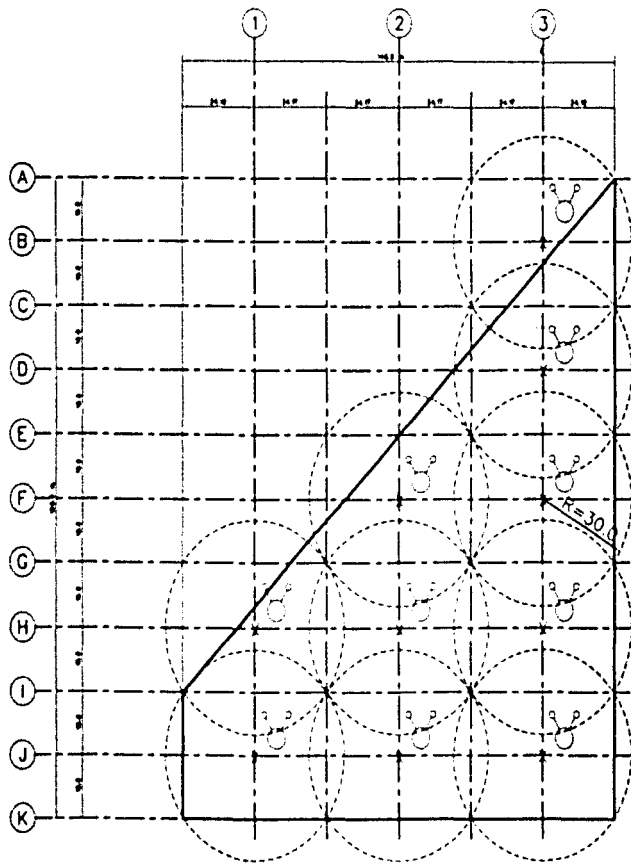


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

AREA DE MANTENIMIENTO MECANICO
 EXTINTORES E HIDRANTES

TESIS PROFESIONAL | **RAFAEL REYES GARCIA**

FIGURA
F-11



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 FACULTAD DE INGENIERÍA

ÁREA DE CASAS EN EXHIBICIÓN
 ARREGLO DE HIDRANTES

TESIS PROFESIONAL

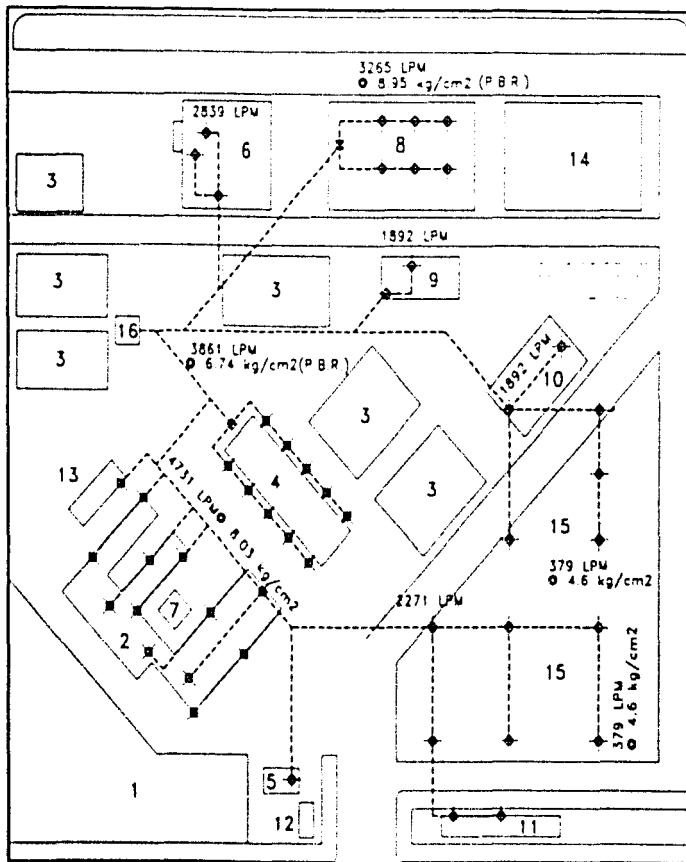
RAFAEL REYES GARCÍA

FIGURA

F-12

NOMENCLATURA :

- 1.- PATIO DE ALMACENAMIENTO DE TRONCOS
- 2.- ASERRADEROS
- 3.- PATIO DE AERACION
- 4.- ALMACEN DE MADERA SECA
- 5.- OFICINAS
- 6.- ESTUFAS DE SECADO Y AREA DE FUERZA
- 7.- SUBESTACION
- 8.- FABRICA DE MUEBLES
- 9.- ALMACEN DE MADERA SELLADA
- 10.- AREA DE MANTENIMIENTO MECANICO
- 11.- OFICINAS ADMINISTRATIVAS
- 12.- CASETA DE VIGILANCIA
- 13.- COMEDOR
- 14.- VIVERO
- 15.- AREA DE CASAS EN EXHIBICION
- 16.- CASA DE BOMBAS



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA

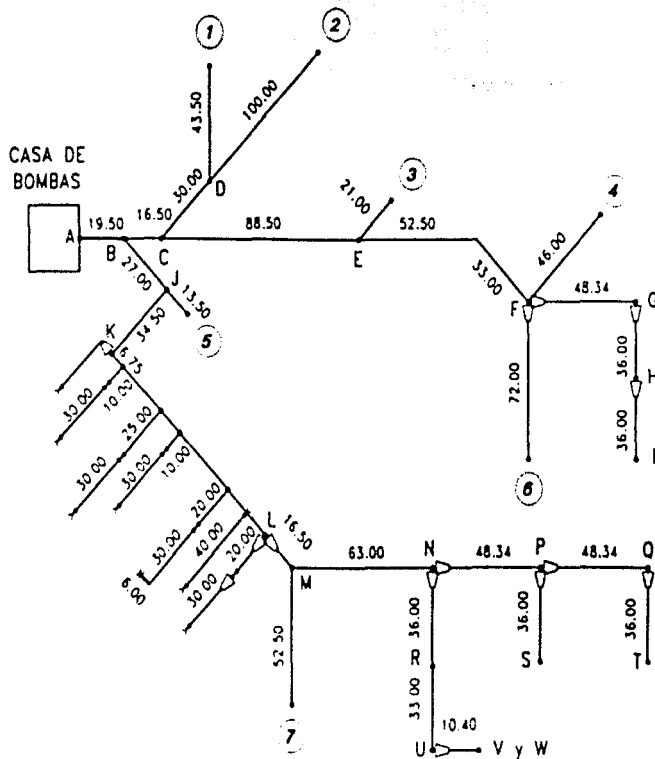
ARREGLO GENERAL DE LA RED

FIGURA

F-13

TESIS PROFESIONAL

RAFAEL REYES GARCIA



TRAMO	D		Q	
	(mm)	(m ³ /s)	(mm)	(m ³ /s)
A-B	473	203	1250	8"
B-C	3265	152	463	8"
C-D	3265	152	463	8"
D-E	1942	152	500	8"
E-F	1942	152	500	8"
F-G	1114	102	300	4"
G-H	75	76	200	3"
H-I	378	51	100	2"
I-J	473	203	1250	8"
J-K	473	203	1250	8"
K-L	473	203	1250	8"
L-M	2271	152	500	8"
M-N	2271	152	500	8"
N-O	1514	102	400	4"
O-P	1514	102	400	4"
P-Q	1514	102	400	4"
Q-R	1514	102	400	4"
R-S	1514	102	400	4"
S-T	1514	102	400	4"
T-U	1514	102	400	4"
U-V	75	76	200	3"
V-W	75	76	200	3"

LONGITUDES EN METROS
DIAMETROS EN mm (pulg)



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA

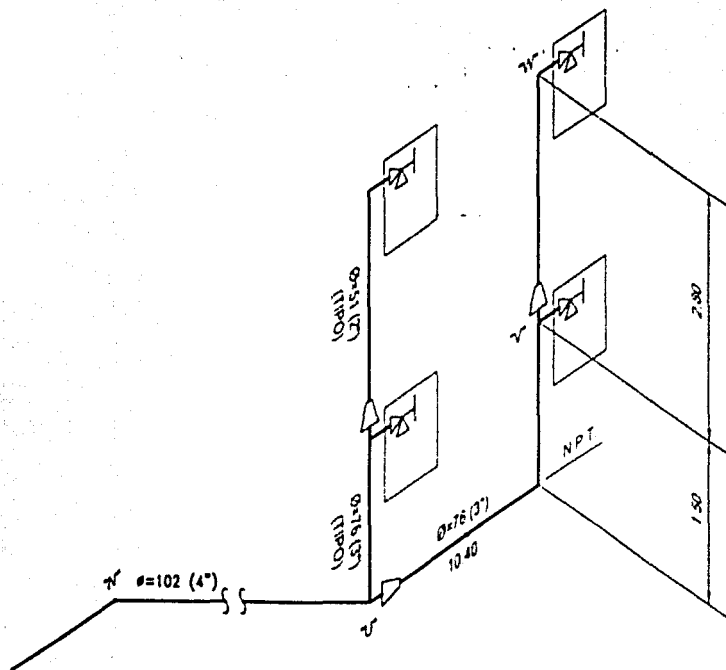
RED DE HIDRANTES
RUTA DE TUBERÍAS

FIGURA

F-13A

TESIS PROFESIONAL

RAFAEL REYES GARCÍA



COTAS EN : METROS
 DIAMETROS EN : mm. (pulg.)
 N.P.T. = NIVEL DE PISO TERMINADO



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 FACULTAD DE INGENIERIA

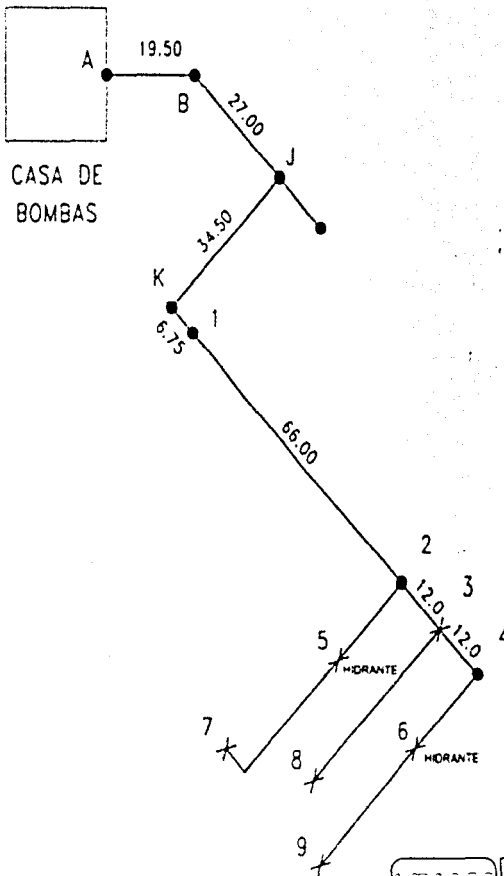
DETALLE DE OFICINAS ADMINISTRATIVAS
 RED DE HIDRANTES

FIGURA

F-13B

TESIS PROFESIONAL

RAFAEL REYES GARCIA



LONGITUDES EN METROS
DIAMETROS EN mm (pulg)



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA

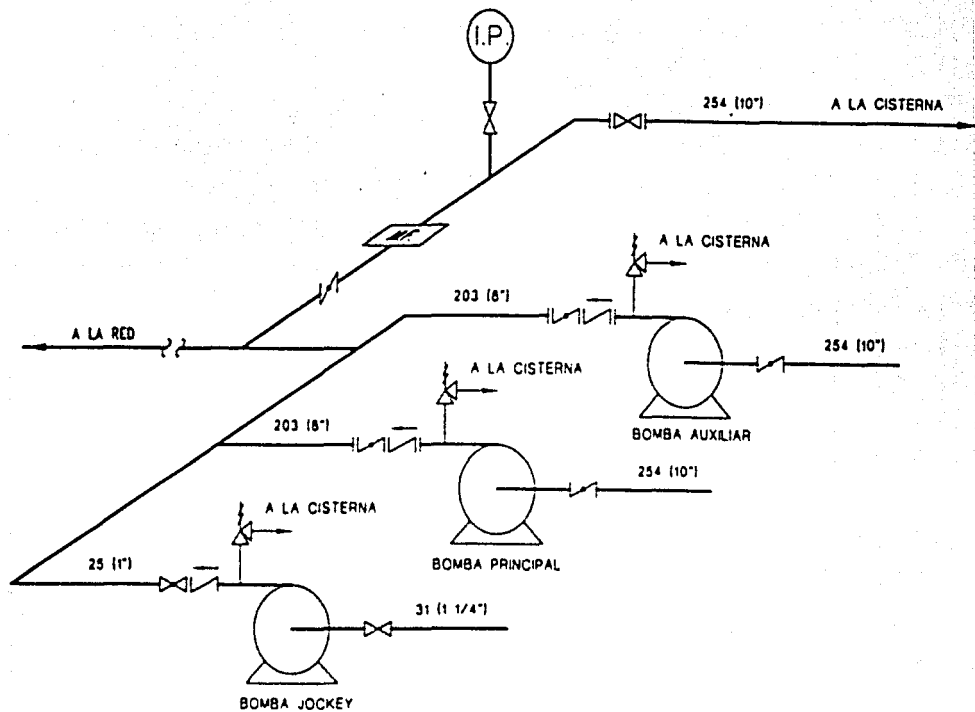
ARREGLO DE HIDRANTES EN ASERRADERO
DIAGRAMA AUXILIAR

TESIS PROFESIONAL

RAFAEL REYES GARCIA

FIGURA

F-13C



COTAS EN : METROS
DIAMETROS EN : mm. (pulg.)



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

CASA DE BOMBAS
ARREGLO DE TUBERIAS

FIGURA

F-14

TESIS PROFESIONAL

RAFAEL REYES GARCIA

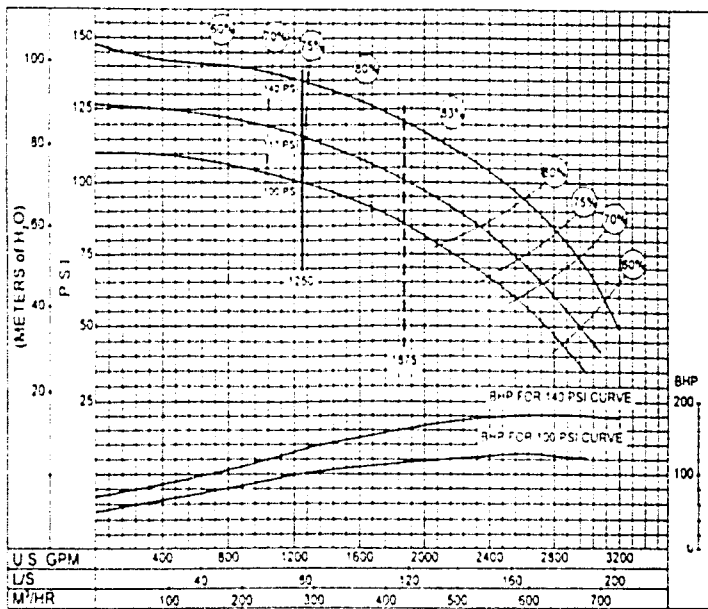
6"
1824 BF
1844 BF

1770
RPM

1250
GPM

96-140
PSI

IMPELLER
444A131



PC-147680

Fairbanks Morse Pump

11/1501



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

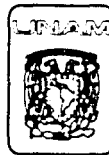
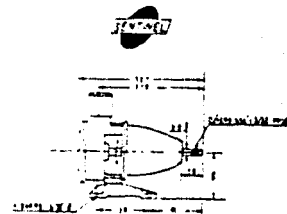
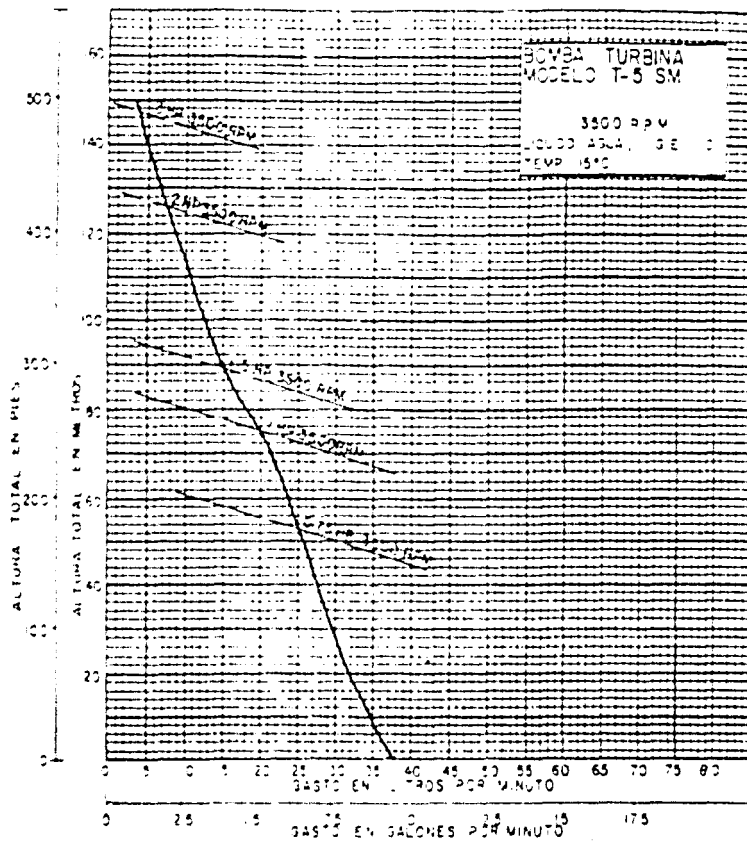
BOMBA PRINCIPAL Y AUXILIAR
CURVA DE COMPORTAMIENTO

FIGURA

F-15

TESIS PROFESIONAL

RAFAEL REYES GARCIA



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA

BOMBA JOCKEY
CURVA DE COMPORTAMIENTO

TESIS PROFESIONAL

RAFAEL REYES GARCÍA

FIGURA

F-16

ANEXO A-2**TABLAS**

ALMACÉN DE MADERA SECA
TABLA No.1

Identificación y localización	Flujo (LPM)	Diametro de tubo	Tubería y accesorios	Long. Equivalente	hf/m (Kg/cm ²)	Presion (Kg/cm ²)	Notes
Ra	1	q = 88.2 Q = 88.2		Long = 3.03 Accs = Total = 3.03	C = 120 c = 0.04	Pi = 0.60 Ps = 0.04 hf = 0.12	D = 7.3 LPM/m ² K = 114.2 (17/32") q = 7.3 * 12.08 = 88.2 D = (88.2/114.2) ² = 0.60
Ra	2	q = 99.5 Q = 187.7		Long = 3.03 Accs = Total = 3.03	c = 0.18	Pi = 0.76 Ps = 0.04 hf = 0.48	q = 114.2 * 0.76 q = 99.5
Ra	3	q = 129.2 Q = 316.9	1 1/4"	L = 1.51 A = 1.82 T = 3.33	(ver hg F-07A) c = 0.11	Pi = 1.28 Ps = 0.02 hf = 0.37	q = 114.2 * 1.28 q = 129.2
Ra - Rb		q = Q = 316.9	1 1/4"	L = A = T = 4.60	Presion en Nodo "a" c = 0.11	Pna = 1.67 Ps = hf = 0.44	K = Q / V P K = 316.9 / √1.67 K = 245.2
Rb - Rc	4-6	q = 356.2 Q = 673.1	2"	L = A = T = 4.06	Presion en Nodo "b" c = 0.06	Pnb = 2.11 Ps = hf = 0.24	q = K * V P q = 245.2 * √2.11 q = 356.2
Rc - Rd	7-9	q = 375.9 Q = 1049	2"	L = A = T = 4.00	Presion en Nodo "c" c = 0.14	Pnc = 2.35 Ps = hf = 0.56	q = K * V P q = 245.2 * √2.35 q = 375.9
Rd - Re	10-12	q = 418.3 Q = 1467.3	2 1/2"	L = A = T = 4.00	Presion en Nodo "d" c = 0.11	Pnd = 2.91 Ps = hf = 0.44	q = K * V P q = 245.2 * √2.91 q = 418.3
Re - Rf	13-15	q = 448.8 Q = 1916.1	2 1/2"	L = A = T = 4.00	Presion en Nodo "e" c = 0.18	Pne = 3.35 Ps = hf = 0.72	q = K * V P q = 245.2 * √3.35 q = 448.8
Rf - Rg	16-18	q = 494.7 Q = 2410.8	2 1/2"	L = A = T = 4.00	Presion en Nodo "f" c = 0.28	Pnf = 4.07 Ps = hf = 1.12	q = K * V P q = 245.2 * √4.07 q = 494.7
		q = Q =		L = A = T =		P = 5.19 Ps = hf =	K 2.3 = Q / √(Pna - Ps) = (99.5 * 129.2) / √(1.67 - 0.6) K 2.3 = 221.1
Rg - Rh	19-20	q = 503.7 Q = 2914.5	3"	L = A = T = 4.00	Presion en Nodo "g" c = 0.14	Png = 5.19 Ps = hf = 0.56	q = K * V P q = 221.1 * √5.19 q = 503.7
Rh Base del Risar		q = Q = 2914.5	8"	C 90° = 2.74 V Al = 5.18 V Comp = 0.61 L = 96.2 + 4.50 A = 8.53 T = 107.00	c = 0.005	P = 5.75 hf = 0.45 hf = 0.54	
Base del Risar Casa de Bombas		q (redantes) = q = 946.2 Q = 3660.7	8"	C 45° = 2.74 T = 10.67 L = 60.00 A = 13.41 T = 73.41	Presion en Base Risar c = 0.002	PBR = 6.74 Ps = hf = 0.15	Q tot = Q roc + Q hidrantes Q tot = 2319 + 946 Q tot = 3265 lpm (863 gpm)
		q = Q =		L = A = T =	Presion a la Descarga de la Bomba	POB = 6.89 (.98 ps)	
		q = Q =		L = A = T =		P = Ps = hf =	

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

FABRICA DE MUEBLES

TABLA No. 2

Identificación y localización		Flujo LPM	Diametro de tubo	Tubería y accesorios	Long. Equivalente	h/m (Kg/cm ²)	Presión	Notas
	Roc. #		Roc. #					
Ra	1	q = 93.0 Q = 93.0	1"		Long = 3.00 Accs = Total = 3.00	Tube ced 40 C = 120 c = 0.044	Pr = 0.066 Prs = hf = 0.13	D = 7.7 LPM/m ² q = 114.2 (17/32") q = 7.7 (12 DB) = 93 LPM p = (93 / 114.2) ² = 0.66 Kg/cm ²
Ra	2	q = 101.5 Q = 194.5	1"		Long = 3.00 Accs = Total = 3.00	c = 0.172	Pr = 0.79 Prs = hf = 0.52	q = 114.2 √ 0.79 q = 101.5 LPM
Ra	3	q = 130.7 Q = 325.2	1 1/4"		Long = 3.00 Accs = Total = 3.00	c = 0.114	Pr = 1.31 Prs = hf = 0.34	q = 114.2 √ 1.31 q = 130.7 LPM
Ra	4	q = 146.7 Q = 471.9	1 1/2"		Long = 3.00 Accs = Total = 3.00	c = 0.11	Pr = 1.85 Prs = hf = 0.33	q = 114.2 √ 1.65 q = 146.7 LPM
Ra	5	q = 160.7 Q = 632.6	1 1/2"	27 - 4 BB	Long = 11.50 Accs = 4.88 Total = 16.38	c = 0.19	Pr = 1.98 Prs = 0.03 hf = 3.11	q = 114.2 √ 1.98 q = 160.7 LPM
Ra - Rb		q = Q = 632.6	1 1/2"		Long = 3.00 Accs = 4.88 Total = 16.38	Presión Nodo "A" c = 0.19	Prs = 5.12 Prs = hf = 0.63	K _{res} = Q / √ P K _{res} = 632.6 / √ 5.12 K _{res} = 279.6
Rb - Rc	6-10	q = 670.4 Q = 1703.0	2"		Long = 3.33 Accs = Total = 3.33	Presión Nodo "B" c = 0.214	Prs = 5.75 Prs = hf = 0.71	q = K √ P q = 279.6 / √ 5.75 q = 670.4
Rc - Rd	11-15	q = 710.6 Q = 2013.6	2 1/2"		Long = 3.33 Accs = Total = 3.33	Presión Nodo "C" c = 0.202	Prs = 6.46 Prs = hf = 0.67	q = K √ P q = 279.6 / √ 6.46 q = 710.6
Rd	16	q = 304.9 Q =	1 1/2"		Long = 11.50 Accs = 4.88 Total = 16.38	Presión Nodo "D" c = 0.05	Prs = 7.13 Prs = 0.03 hf = 0.62	q = K √ P q = 114.2 / √ 7.13 q = 304.9
Rd - Re		q = Q = 2319.0	3"		Long = 3.33 Accs = Total = 3.33	c = 0.09	Prs = 7.95 Prs = hf = 0.30	
Re Base del Riser		q = Q _{res} = 2319	6"	C 90° = 2.74 VAL = 3.05 VCO = 0.81	Long = 50.02 Accs = 6.74 Total = 56.76	Presión Nodo "E" c = 0.003	Prs = 8.28 Prs = 0.50 hf = 0.17	
Base Riser @ Casa Bombas		q = Q _{tot} = 3,265	8"	C 45° = 2.74 T = 10.67	Long = 166.00 Accs = 13.41 Total = 179.41	P Base Riser (Tubo ced 30) c = 0.0015	PBR = 8.95 Prs = hf = 0.27	Q _{res} = Q _{mc} + Q _{ms} Q _{res} = 2,319 + 946 Q _{res} = 3,265 LPM (863 GPM)
					Long = Accs = Total =	Presión @ Casa Bombas	P _{CB} = 9.22 (131 ps)	
		q = Q =			Long = Accs = Total =		Pr = Prs = hf =	

CASA DE BOMBAS (*)
TABLA No.3

TRAMO		Flujo	Diametro de tubo	Tubería y accesorios	Long. Equivalente	Hf / m (Kg/cm ² m)	Presion (Kg/cm ²)	Notas (*) = Ver Fig. "F-14"
Casa de Bombas		LPM (GPM)	mm (pulg)	VCH = 13.72		Tubo Ced. 40 C = 120		Diámetro de descarga según NFPA 20 tabla 2-20 (PAG 20-13)
				VMA = 3.66				
				C 90° = 3.95	L = 4.00			
				TE = 10.66	A = 37.49			
				2C.45 = 5.49	T = 41.49			

HIDRANTE "I"

H-I		379 (100)	51 (2")	C 90° = 0.91	Long = 36.90 (*)	c = 0.022	Psh = 4.57	(*) = válvula de globo a 0.90 m sobre nivel del piso
				Accs = 0.91	Total = 37.81		Pa = 0.09	
D-H		757 (200)	76 (3")	L = 36.00		c = 0.0114	Sum = 5.49	
				A =			Pa =	
				I = 36.00			Hf = 0.41	
F-G		1135 (300)	102 (4")	C 90° = 1.83	L = 48.34	c = 0.0064	Sum = 5.90	
				A = 1.83			Pa =	
				I = 50.17			Hf = 0.32	
B-F		1514 (400)	152 (6")	C 45° = 2.13	L = 190.50	c = 0.0015	Sum = 6.22	
				A = 2.13			Pa =	
				T = 192.63			Hf = 0.29	
CASA DE BOMBAS a "B"		1514 (400)	203 (8")	C.B = 41.49	L = 19.50	c = 0.0004	Sum = 6.51	Presión descarga de bomba = 6.53 kg/cm ² (92.8 PSI)
				A = 41.49			Pa = 0.02	
				T = 60.99			PDB = 6.53	

HIDRANTE "W"

V-W		379 (100)	51 (2")	C 90° = 0.91	L = 2.80 (**)	c = 0.022	Psh = 4.57	(**) Separación entre pisos = 2.80 m (Edificio de 2 niveles)
				A = 0.91			Pa = 0.28	
				T = 3.71			Hf = 0.08	
U-V		757 (200)	76 (3")	C 90° = 1.52	L = 11.90 (**)	c = 0.0114	Sum = 4.93	(**) Válvula a 1.50 m sobre nivel de piso terminado
				A = 1.52			Pa = 0.15	
				T = 13.42			Hf = 0.15	
N-U		1514 (400)	102 (4")	C 90° = 1.83	L = 69.00	c = 0.011	Sum = 5.23	
				A = 1.83			Pa =	
				I = 70.83			Hf = 0.78	
L-N		1514 (400)	152 (6")	TE = 9.14	L = 79.50	c = 0.0015	Sum = 6.01	
				C 45° = 2.13	A = 11.27		Pa =	
				T = 90.77			Hf = 0.14	
CASA DE BOMBAS a "L"		1514 (400)	203 (8")	2C 90° = 7.92	L = 177.75	c = 0.0004	Sum = 6.15	Presión descarga de bomba = 6.24 kg/cm ² (88.7 PSI)
				C 45° = 2.74	A = 52.15		Pa = 0.09	
				C.B = 41.49	T = 229.90		Hf = 6.24	

TABLA No. 4
HIDRANTE "T"

Q-T		51	C-90° = 0	(Long = 36 90' (°))		PhT = 4.57	Válvula de
	379 (100)	(27)		Accs = 0.91		Hs = 0.09	globo a 0.90 m
				Total = 37.81	c = 0.022	hf = 0.82	sobre nivel piso
P-Q		76	C-90° = 1	L = 48.34		Sum = 5.49	
	757 (200)	(37)		A = 1.52		Ps =	
				T = 48.86	c = 0.0114	hf = 0.57	
N-P		102		L = 48.34		Sum = 6.06	
	1514 (400)	(47)		A =		Ps =	
				T = 48.34	c = 0.011	hf = 0.53	
L-N		152	C-45° = 2	L = 79.50		Sum = 6.59	
	2271 (600)	(67)		A = 2.13		Ps =	
				T = 81.63	c = 0.0032	hf = 0.26	
CASA DE BOMBAS		203	C-45° = 2.7	L = 177.75		Sum = 6.85	Presion desc
a = L"	2271 (600)	(67)	2C-90° = 7	A = 52.15		hf = 0.18	de bomba =
			C-B = 41	T = 229.90	c = 0.0008	PDB = 7.03	7.03 kg/cm ²
							(100 PSI)

ASERRADEROS

9 @ 6	Q = 946 (250)	102 (4")	2C 90° = 3	L = 31.50 A = 3.66 T = 35.16		Ph9 = 7.03 Ps = 0.15 hf = 0.17	
6 @ 4	Q = 946 Q = 1892 (500)	152 (6")	T = 9.14	L = 20.00 A = 9.14 T = 29.14	c = 0.005	Ph6 = 7.35 Ps = 0.15 hf = 0.06	
4 @ 3	Q = 1892 (500)	203 (8")		L = 12.00 A = T = 12.00	c = 0.0006	Ph4 = 7.56 hf = 0.01	
8 @ 3	Q = 946 (250)	102 (4")	2C 90° = 3 T = 1.83	L = 40.00 A = 5.49 T = 45.49	c = 0.005	P = 7.57 Ps = 0.15 hf = 0.23	
3 @ 2	Q = 2839 (750)	152 (6")		L = 12.00 A = T = 12.00	c = 0.0048	Ph3 = 7.95 hf = 0.06	
7 @ 5	Q = 946 (250)	102 (4")	3C 90° = 5	L = 31.50 A = 5.43 T = 36.99	c = 0.005	P = 8.01 Ps = 0.15 hf = 0.18	
5 @ 2	Q = 946 Q = 1892 (500)	152 (6")	T = 9.14	L = 20.00 A = 9.14 T = 29.14	c = 0.0001	P = 8.34 Ps = 0.15 hf = 0.00	
2 @ 1	Q = 4732 (1250)	203 (8")		L = 66.00 A = T = 66.00	c = 0.003	Ph2 = 8.49 hf = 0.20	
1 @ CB	Q = 4732 (1250)	203 (8")	C-45° = 2 2C-90° = 7	L = 87.75 A = 10.66 T = 88.41	c = 0.003	Ph1 = 8.69 hf = 0.29	
				L =		PDB = 8.98	(128 PSI)
				A =			
				T =			

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

¹ N.F.P.A-10. *Standard for Portable Fire Extinguishers* NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. 1998. Párrafo 1-3 p 10-4.

- ²----- Párrafo 1-5 p. 10-6
- ⁵----- Párrafo 1-5 2 p. 10-6
- ⁷----- Párrafo 2-2 p 10-8
- ⁸----- Párrafo 1-1. p 10-4
- ¹³----- Tabla E-3 4 p 10-46
- ¹⁴----- Tabla 3-3 1 p 10-10
- ¹⁵----- Párrafo 3-5 p 10-10
- ²⁵----- Párrafo 1-5 3 p 10-6
- ³⁶----- Párrafo E-2 p 10-45
- ³⁹----- Tabla A-2 1 p 10-21 y 10-22
- ⁴¹----- Párrafo 2-2 1 2 p 10-8
- ⁵⁸----- Párrafo E-3 3 p 10-46

¹ N.F.P.A-13. *Standard for the Installation of Sprinklers Systems.* NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 1999 Párrafo A-2-1 3.1. p. 13-168.

- ⁴----- Párrafo 2-1 2 2 p 13-14
- ⁶----- Párrafo A-2-1 2 2 p 13-168.
- ⁹----- Párrafo A-2-1 1 p 13-168
- ¹⁹----- Párrafo 7-2 3 1 1 p 13-82
- ²⁰----- Párrafo 2-2 3 3 p 13-14
- ²¹----- tabla 7-2 3 2 2 p 13-84
- ²²----- Párrafo 5-2 p 13-30
- ²³----- Tabla 5-6 2 2 (b) p 13-35
- ²⁶----- Fig 5-6 4 2 p 13-37
- ²⁷----- Párrafo 8-4 4 1 1 p 13-140
- ²⁸----- Párrafo A-2-1 3 2 p 13-168
- ²⁹----- Tabla 3-16 5 p 13-58 edit 1980
- ³⁰----- Párrafo 3-2 3 1 p 13-16
- ⁴¹----- Párrafo 8-4 4 8 p 13-141
- ³²----- Tabla 8-5 3 2 (a) p 13-143
- ³³----- Tabla 8-4 3 1 p 13-140
- ³⁸----- Fig 7-2 3 1 2 p 13-83
- ⁴¹----- Párrafo C-3 3 p 10-33
- ⁵⁰----- Párrafo 7-3 1 2 1 p 13-86
- ⁵⁶----- Tabla 3-5 1 p 13-19
- ⁵⁷----- Párrafo 3-6 5 p 13-20
- ⁶⁰----- Tabla 3-2 5 1 p 13-16
- ⁶¹----- Párrafo 3-6 5 p 13-20
- ⁶³----- Párrafo 3-6 1 2 p. 13-19.

¹⁰ N.F.P.A-14. *Standard for The Installation of Standpipe, Private Hydrant & Hose Systems.* NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. 2000. Párrafo 1-2. p. 14-4.

- ¹¹----- Párrafo 3-3.3. p. 14-8
- ¹²----- Párrafo 5-3.3 p 14-11
- ¹⁶----- Párrafo 2-6.3 p 14-7
- ¹⁷-----Párrafo A-5-3.1 p 14-26
- ³⁴----- Tabla 5-7 p 14-12
- ³⁵----- Párrafo 5-9.1.1 p 14-12
- ⁴⁶----- Párrafo 7-1.1 p 14-14
- ⁴⁷----- Tabla 2-2.1 p 14-5
- ⁴⁸----- Párrafo 5-7 p 14-11
- ⁵⁵----- Párrafo 7-1.2 p 14-14
- ⁵⁷----- Párrafo 2-4 p 14-6
- ⁶²----- Párrafo 5-9.2.1 p 14-12
- ⁶⁶----- Párrafo A-5-9.1.1 p 14-27

⁴² N F P A-20. *Standard for The Installation of Stationary Pumps for Fire Protection.* NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. 1999. Párrafo 6-2.3. p. 20-18.

- ⁴³----- Párrafo A-2.19. p 20-43
- ⁴⁴----- Tabla 2-3 p 20-8
- ⁴⁵----- Párrafo 3-2 p 20-14
- ⁴⁹----- Párrafo 2-6.1 p 20-9
- ⁵²-----Párrafo 8-2.2 p 20-26
- ⁵³----- Párrafo 7-1 al 7-7. p p. 20-20 a 20-25.
- ⁵⁴----- Cap 9. p p 20-31 a 20-34.

³¹ N F P A-231. *Standard for General Storage.* NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 1998. Párrafo 5-1.2 p. 231-8

- ³⁹----- Párrafos 5-1 al 5-1.8 p 231-8

³⁷ N F P A-664. *Standard for the Prevention of Fires and Explosions in Wood Processing and Woodworking Facilities.* NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. 1998. Párrafo A-7-2 p 664-12

- ⁶¹-----Capitulo 2 al 8 p p 664-4 a 664-8

VARIOS

¹⁸ *Fire Protection Handbook* NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. 1997¹⁸. p p 3-178 a 3-188

- ⁴⁰ *Form F- 90178-4* ANSUL DE MEXICO. 1999.
- ⁴⁶ *Flow of Fluids*. CRANE Co. New York, N Y. 1974. ¹⁴ p. B-14.
- ⁶⁵ *Norma IX-G/PA/SI-SI-3610*. PEMEX. 1996. p p. 18 y 20.