



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

**Escuela Nacional de Estudios Profesionales
ARAGON**



47

ENEP ARAGON

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA CONTRA INCENDIO
PARA LA PLANTA FRACCIONADORA Y TRATADORA
DE HIDROCARBUROS DE LA REFINERIA
DE TULA, HGO.**

Sist. 29204

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A :
ADALBERTO RAFAEL GOMEZ HERMIDA**

México, D. F.

1983



Universidad Nacional
Autónoma de México



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:

YOLANDA HERMIDA Y RAFAEL GOMEZ

Como cumplimiento a su esfuerzo y sacrificio por darme una profesión.

A mis hermanos:

GILBERTO

MIGUEL ANGEL

ARTURO

GERARDO

YOLANDA

PILAR

JANNET

Con agradecimiento.

A mi esposa:

SONIA MARIN DE GOMEZ

Con eterno cariño, quien por su comprensión y apoyo moral fué posible la realización de este trabajo.

Al director de esta tesis:
ING. FELIPE MENDEZ SAMPERIO
Por su orientación y apoyo
en la elaboración de este
trabajo.

AL ING. ENRIQUE ARAIZA MARTINEZ
Con profundo agradecimiento por
su ayuda desinteresada en la
elaboración de este trabajo.

A mis profesores

A mis amigos

A mis compañeros de trabajo

Y a todos aquellos que de
alguna manera contribuyeron
en la elaboración de
este trabajo.

INDICE

Página

INTRODUCCION.....	1
CAPITULO I	
CONCEPTOS BASICOS Y DEFINICIONES	
I.1 Definición de fuego.....	3
I.2 Naturaleza del fuego.....	3
I.3 Propagación del calor.....	5
I.4 Fuentes de ignición.....	5
I.5 Extinción de incendios.....	6
I.6 Clases de fuego.....	6
I.7 Hidrante.....	8
I.8 Monitor.....	8
I.9 Válvula de seccionamiento.....	8
I.10 Tanque elevado.....	8
I.11 Cisterna.....	8
I.12 Aspersores o rociadores.....	11
I.13 Red de distribución.....	11
I.14 Cepa.....	11
I.15 Trinchera.....	11
I.16 Zona.....	11
I.17 Area.....	11
CAPITULO II	
GENERALIDADES	
II.1 Fuente de abastecimiento de agua.....	13
II.2 Equipo de bombeo.....	14
II.3 Red de distribución.....	14
CAPITULO III	
REQUISITOS MINIMOS DE DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA CONTRA INCENDIO	
III.1 Consumo de agua.....	16
III.2 Presión.....	16
III.3 Velocidad del agua.....	16
III.4 Redundancia.....	17

III.5	Hidrantes.....	17
III.6	Monitores.....	18
III.7	Mangueras para agua.....	19
III.8	Boquillas.....	21
III.9	Aspersores.....	24
III.10	Tubería.....	24

CAPITULO IV

PROCEDIMIENTO GENERAL DE DISEÑO

IV.1	Identificación del área de mayor riesgo en la planta.....	28
IV.2	Localización de monitores.....	31
IV.3	Localización de hidrantes.....	31
IV.4	Cabezal principal de aspersión.....	34
IV.5	Sistemas de aspersión.....	38
IV.6	Protección de tanques de almacenamiento.....	41

CAPITULO V

CALCULO

V.1	Cálculo de la caída de presión hasta la salida del monitor más alejado.....	53
V.2	Cálculo de la caída de presión hasta la salida del hidrante.....	71
V.3	Cálculo de la caída de presión hasta la salida del aspersor más lejano del sistema de agua contra incendio del tanque FA-301.....	82

CAPITULO VI

INSPECCION DEL EQUIPO CONTRA INCENDIO

VI.1	Inspección a redes y válvulas de agua contra incendio.....	92
VI.2	Inspección de hidrantes.....	95
VI.3	Inspección de monitores.....	95
VI.4	Inspección a las mangueras para servicio de agua contra incendio.....	96
VI.5	Inspección a sistemas rociadores.....	100
	CONCLUSIONES.....	102
	BIBLIOGRAFIA.....	103

INTRODUCCION

Actualmente uno de los aspectos más importantes en la industria del petróleo en México es el diseño de sistemas de agua contra incendio para prevenir o evitar de una u otra forma los daños al personal y a los equipos o instalaciones de la planta de proceso.

Los incendios en las plantas de refinación o petroquímicas generalmente son ocasionados por fenómenos naturales como los rayos o la electricidad estática, por fallas humanas y también por mala selección o instalación de accesorios auxiliares, motores eléctricos, sistemas de alumbrado, etc.

Para que las instalaciones sean seguras, todos los proyectos deben realizarse de acuerdo a las normas vigentes. Sin embargo, no siempre se especifican en éstas los detalles necesarios para obtener un diseño seguro, por lo tanto, en este trabajo se mencionan dichos detalles, los cuales se han perfeccionado a través de los años.

En los intentos de sofocamiento de incendios de productos derivados del petróleo se ha visto que el agua es uno de los agentes más importantes para prevenirlos o extinguirlos. Además su uso ha aumentado después de la introducción de las boquillas que producen niebla y de los sistemas rociadores. Un chorro continuo sobre un líquido inflamable con frecuencia produce más daño que beneficio, pero una lluvia o niebla de agua que tiende a sofocar el fuego, además de producir enfriamiento ha resultado muy eficaz

para apagarlos. Es por esto que los sistemas de agua contra incendio deben planearse, diseñarse e instalarse adecuadamente con el fin de lograr una mayor confiabilidad y seguridad en su funcionamiento.

El presente trabajo tiene por objeto dar a conocer los últimos criterios combinados con los ya establecidos por norma, que en conjunto son: Generalidades, Requisitos Mínimos de Diseño, Procedimiento General de Diseño, Cálculo e Inspección de los equipos del sistema de agua contra incendio para la Planta Tratadora y Fraccionadora de Hidrocarburos en Tula, Hgo.

CAPITULO I

CONCEPTOS BASICOS Y DEFINICIONES

- I.1 Definición de fuego.- Es un fenómeno químico en el cual se combina el combustible y el oxígeno del aire para formar bióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO) y vapor de agua (H_2O).
- I.2 Naturaleza del fuego.- La combustión es el resultado de una rápida oxidación de los materiales combustibles en presencia de una fuente calorífica con desprendimiento de energía en forma de luz y calor. Los vapores que a cierta temperatura se desprenden de los materiales combustibles y al mezclarse en proporciones adecuadas con el oxígeno del aire y estando en contacto con una fuente de calor, llega el momento en que entran en combustión, la que continuará en cuanto existan los tres elementos en proporciones adecuadas y que a continuación se describirán.

En consecuencia para que haya fuego se requiere la combinación de tres factores que son:

- a) Combustible
- b) Oxígeno (del aire)
- c) Calor

Estos tres elementos podemos representarlos mediante un triángulo denominado "Triángulo de fuego".



Fig. No. 1.- Triángulo de fuego

I.2.a Combustible.- Los combustibles pueden presentarse en estado sólido, líquido o gaseoso. Los combustibles sólidos o líquidos requieren de una determinada temperatura para poderse vaporizar y al mezclarse con el oxígeno del aire a una temperatura más elevada entran en combustión. El combustible para poder arder se debe encontrar en forma de vapor.

I.2.b Oxígeno del aire.- El oxígeno forma parte del aire en una proporción del 21% aproximadamente, es indispensable para alimentar a la combustión, de ahí que al oxígeno se le denomina "Comburente". Sin el oxígeno los vapores combustibles, aún en presencia de una fuente calorífica no entrarán en combustión.

I.2.c Energía.- El calor es una forma de energía que es necesario para producir la combustión. La temperatura que hace vaporizar a los combustibles se le llama "Temperatura de Vaporización", una temperatura más elevada, como la de una flama o una chispa, produce la ignición de los vapores combustibles. A esta temperatura se le llama "Temperatura de Ignición".

Ejemplo:

Observemos en la tabla No.1 como varía la temperatura de vaporización e ignición de acuerdo con el tipo de combustible.

Combustible	Temp. Vaporización °C	Temp. Ignición °C
Diesel	50	338
Gasolina	42	300

Tabla No. 1 .-Variación de la Temp. de vaporización e ignición

I.3 Propagación del calor.- El calor se propaga por radiación, por conducción o por convección.

I.4 Fuentes de ignición.- Las fuentes de ignición pueden ser la flama abierta, fricción, energía eléctrica, electricidad estática, combustión espontánea y otras.

I.4.a Flama abierta.- Esta fuente la encontramos en los quemadores de hornos, calderas, etc.

I.4.b Fricción.- El frotamiento de metales puede producir chispas que inicien una combustión.

I.4.c Energía eléctrica.- En las instalaciones eléctricas, sobre todo en interruptores, apagadores, etc., se producen chispas con energía suficiente para iniciar una combustión.

I.4.d Electricidad estática.- Cuando hay alguna clase de movimiento de un fluido sobre una estructura, ésta va acumulando energía que luego puede disiparse por medio de una chispa, por eso todos los equipos deben de estar conectados a tierra.

I.4.e Combustión espontánea.- Hay sustancias que al ponerlas en contacto con otras, reaccionan espontáneamente con el oxígeno del aire generando luz y calor.

I.4.f Otras.- Estas pueden ser el rayo o el sol.

I.5 Extinción de incendios.- Para extinguir un incendio bastará con eliminar uno de los tres elementos que lo forman. Hay tres formas de extinguir un incendio:

I.5.a Enfriamiento.- Es el método más conocido para apagar un incendio. El agua es el agente más abundante, barato y efectivo para extinguir un incendio aplicándola en forma de chorro o de niebla con el fin de proteger también otros equipos o instalaciones cercanas.

I.5.b Sofocamiento.- Esto es la eliminación del contacto del oxígeno del aire con los vapores combustibles y se logra creando una atmósfera inerte, donde se elimina el oxígeno, por medio de agentes extintores como el bióxido de carbono, polvos químicos secos y líquidos vaporizantes. Otra forma es aislar el combustible del aire por medio de espuma química o espuma mecánica. También se emplea el agua aplicada en forma de niebla.

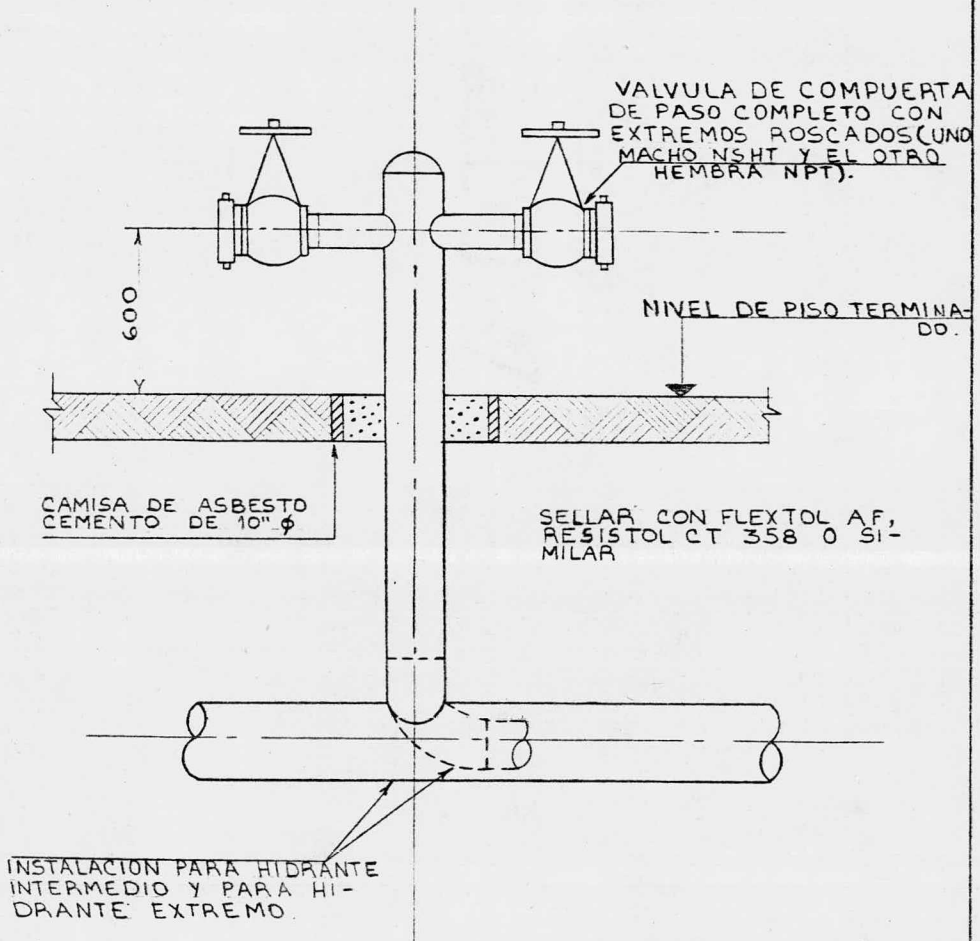
I.5.c Eliminación de combustible.- Este procedimiento solo se emplea cuando hay fugas de gas o líquidos inflamables en tuberías, bastando con cerrar las válvulas alimentadoras para poder extinguir el fuego.

I.5.d Clases de fuego.- Se han establecido cuatro clases de fuego de acuerdo a las propiedades de los materiales combustibles:

- I.6.a Clase A.- Este fuego es el producido por materiales sólidos como la madera, el papel, las fibras textiles, etc., estos materiales al arder forman brasas y producen cenizas. El método eficaz para extinguir este tipo de fuego es por enfriamiento a base de agua, también es efectiva la apli - cación de polvos químicos "ABC" .
- I.6.b Clase B.- Este fuego es el producido por materiales líquidos y gases inflamables como la gasolina, el diesel, aceites (minerales y orgánicos), solventes, gases combustibles, etc. El método eficaz para apagar este tipo de fuego es elimi - nando el oxígeno de la atmósfera a base de productos quí - micos o espumas sofocantes, lo mismo puede ser útil la apli - cación del agua en forma de niebla.
- I.6.c Clase C.- Este fuego es el producido por equipos o instala - ciones eléctricas energizadas, para este tipo de fuego no e se debe de aplicar el agua como agente extintor por ser conductor de electricidad pudiendo provocar cortos circuitos en las instalaciones agravando la situación. El polvo quí - mico y el bióxido de carbono son agentes extintores adecua - dos por no ser conductores de electricidad.
- I.6.d Clase D.- Este fuego es producido por materiales como el - litio, circonio, sodio, potasio, titanio, magnesio, aluminio, etc. En este tipo de incendio no son aplicables los métodos ante - riores, los agentes extintores adecuados son compuestos a base de grafito, fosfato y otros productos especiales.

- I.7 Hidrante.- Es un dispositivo para salida de agua integrado a la red de agua para servicio contra incendio, con una o más tomas para conectar mangueras que deberán ser de 38.1 mm o 63.5 mm de diámetro y estarán provistas de dos conexiones de bronce en los extremos con cuerda NSHT (rosca estándar para conexiones). Ver figura No. 2.
- I.8 Monitor.- También es conocido como torrecilla o cañón monitor. Es un dispositivo colocado en la parte superior de un hidrante, el cual tiene una boquilla regulable para chorro directo o niebla con mecanismos que le permitan girar 120° en el plano vertical y 360° en el plano horizontal. Ver figura No. 3.
- I.9 Válvula de seccionamiento.- Es aquella válvula que sirve para aislar una determinada parte del sistema de agua contra incendio o determinada fuente de abastecimiento cuando existan varias, para poder dar mantenimiento al sistema.
- I.10 Tanque elevado.- Es aquel tanque o recipiente que sirve para almacenar el agua que se empleará en el sistema contra incendio y es colocado sobre una estructura de acero o concreto a una altura determinada sobre el nivel del piso.
- I.11 Cisterna.- Es aquel tanque o recipiente que sirve para almacenar el agua que se empleará en el sistema contra incendio. En este caso el recipiente está colocado sobre o bajo el nivel del piso

DETALLE DE HIDRANTE DE DOS TOMAS



ENEP "ARAGON"

TESIS
PROFESIONAL

SISTEMAS DE
AGUA CONTRA
INCENDIO

RAFAEL GOMEZ HERMIDA

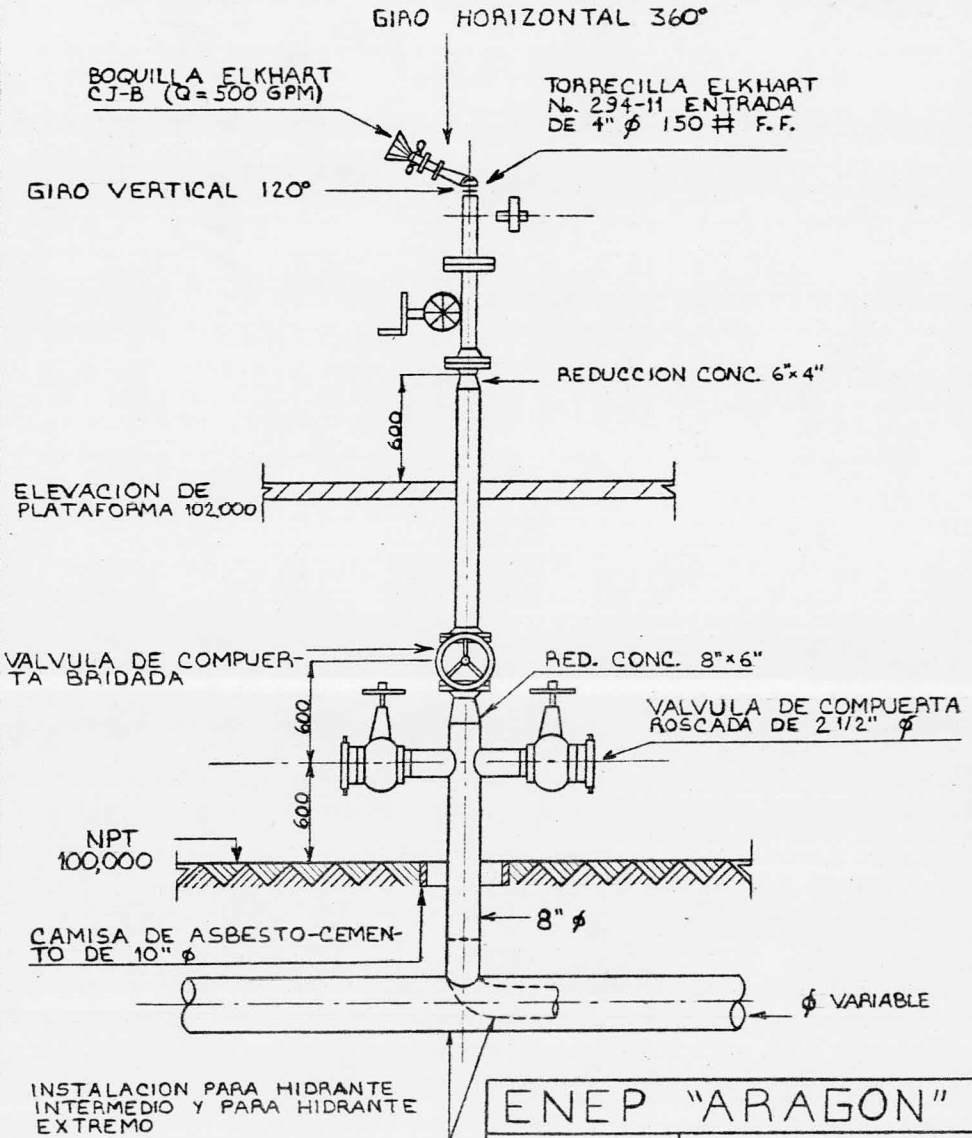
No. CTA.
7500780-7

ACOT: mm

ESC: SIN

FIG No.: 2

DETALLE DE MONITOR (HIDRANTE INTEGRADO)



ENEP "ARAGON"

TESIS
PROFESIONAL

SISTEMAS DE
AGUA CONTRA
INCENDIO

RAFAEL GOMEZ HERMIDA

No. CTA.
7500780-7

ACOT: mm

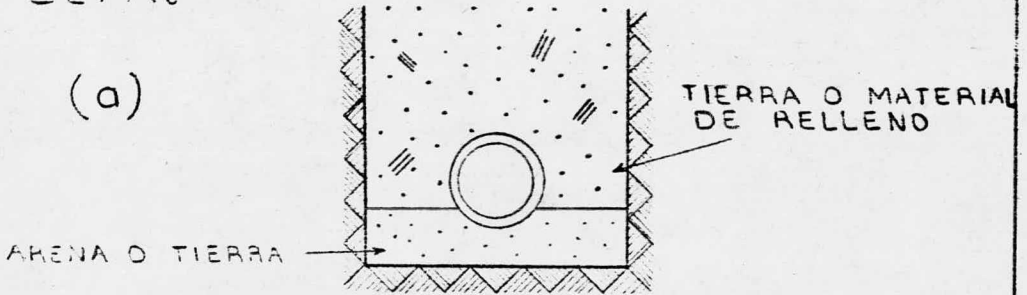
ESC: SIN

FIG. No.: 3

- I.12 **Aspersores o rociadores.**- Son dispositivos que tienen como función atomizar una corriente de agua presurizada para - aislar o enfriar un equipo por medio de una cortina de agua, en caso de un incendio cercano a éste.
- I.13 **Red de distribución.**- Es el conjunto de líneas de tubería - que sirve exclusivamente para conducir el agua contra incen dio a los puntos necesarios y a los cuales se conectan los hidrantes, monitores y aspersores.
- I.14 **Cepa.**- Es una excavación que sirve para enterrar una línea de tubería y que después de excavada se vuelve a rellenar. Ver figura No. 4a.
- I.15 **Trinchera.**- Es una excavación que sirve para alojar una lí- nea de tubería, en la cual, se refuerzan las paredes con ladri- llo o concreto, pudiendo quedar al descubierto o cubrirse con rejilla o tapa de concreto. Ver figura No. 4b.
- I.16 **Zona.**- Es el conjunto de áreas o parte de una planta indus- trial que queda protegida por una red de tuberías.
- I.17 **Area.**- Es la parte de una zona que será protegida por una parte de un ramal de la red de tuberías

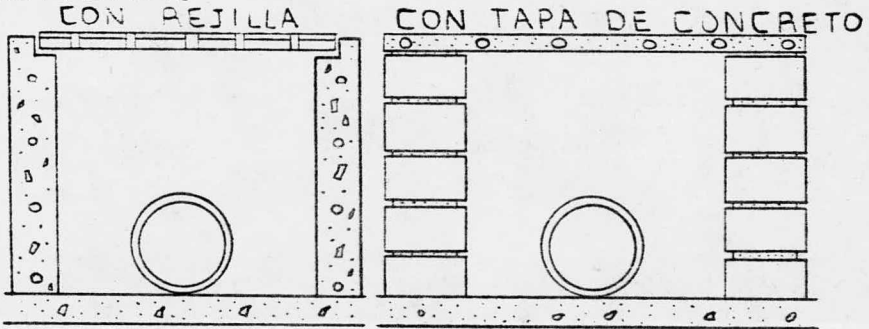
CEPA:

(a)



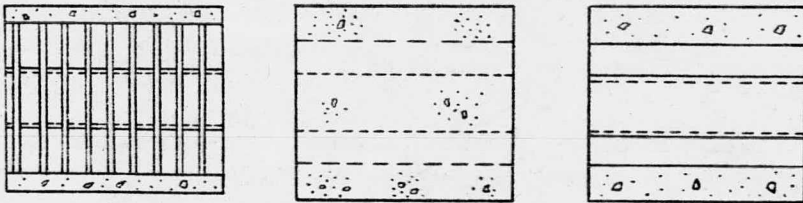
TRINCHERA:

(b)



ELEVACION

CON REJILLA DE SOLERA C/TAPA DE CONCRETO SIN TAPA



PLANTA

ENEP "ARAGON"

TESIS
PROFESIONAL

SISTEMAS DE
AGUA CONTRA
INCENDIO

RAFAEL GOMEZ HERMIDA

No. CTA.
7500780-7

ACOT:

ESC: SIN

FIB. No.: 4

CAPITULO II

GENERALIDADES

Los sistemas de agua de servicio contra incendio se componen normalmente de lo siguiente:

II.1 Fuente de abastecimiento de agua.- Debe contar con un volumen tal que pueda satisfacer las necesidades de demanda en caso de emergencia. Esta fuente de abastecimiento puede ser:

Primaria, tal como ríos, lagos, fuentes naturales, pozos, etc.

Secundaria, tal como tanques elevados o cisternas.

II.1.a Capacidad de la fuente primaria.- La fuente primaria debe ser capaz de suministrar 150% del gasto total necesario para satisfacer el riesgo mayor de la instalación durante un período de 8 horas como mínimo.

II.1.b Capacidad de almacenamiento de la fuente secundaria.- La fuente secundaria debe ser capaz de mantener el gasto necesario en caso de incendio y dependerá de la extensión, localización y peligrosidad del área por proteger. En lugares donde no se tienen líquidos inflamables o materiales combustibles que produzcan fuego persistente, la capacidad de almacenamiento deberá ser suficiente para que la bomba o las bombas funcionen 30 minutos sin interrupción, con el gasto máximo previsible en caso de incendio.

Para alimentar la red de agua contra incendio se puede utilizar el agua contenida en la torre de enfriamiento, plantas de tratamiento de agua, etc., pero este volumen no debe considerarse como almacenamiento de la fuente secundaria.

En donde la fuente sea un pozo profundo y el terreno - sea plano se utilizará el pozo como fuente primaria y un tanque elevado como fuente secundaria.

Si la red de distribución de agua contra incendio está situada cerca de ríos, mar, lago, laguna, o lugar similar, se considerará a éstos como fuente primaria y una cisterna y/o tanque elevado que debe considerarse como fuente - secundaria, con sistema de bombeo. Los tanques de almacenamiento de agua deben estar localizados en lugares seguros.

II.2 Equipo de bombeo.- La capacidad de las bombas debe ser tal que permita mantener los gastos y presiones requeridos pa ra combatir el incendio de mayor riesgo que pueda presentarse en la instalación.

Para instalaciones pequeñas o medianas, deberá instalar se solo una casa de bombas de agua contra incendio, la - cual deberá estar localizada de preferencia en el centro de la planta.

En instalaciones grandes deberán instalarse dos o más casas de bombas, de preferencia una central y las otras pe rimetrales.

II.3 Red de distribución.- La red generalmente debe formar cir cuitos cerrados en las áreas o zonas a proteger, de tal mo do que puedan aislarse por medio de válvulas de seccionamiento que se localizarán en puntos estratégicos que faci liten el mantenimiento y reparación de los diferentes sec tores, sin sacar fuera de servicio la red completa. Dicha

red debe contar además con sus salidas para hidrantes, mo
nitores y sistemas fijos de aspersión. Estos circuitos -
cerrados o anillos tendrán 12 hidrantes y/o monitores
(± 2) como máximo, que deberán localizarse en lugares ade
cuados y de manera que protejan completamente la planta.

CAPITULO III

REQUISITOS MINIMOS DE DISEÑO DEL SISTEMA

DE AGUA CONTRA INCENDIO

Los requisitos básicos que se deben tomar en cuenta para lograr un buen diseño de agua contra incendio en las plantas industriales son las siguientes:

- III.1 Consumo de agua.- El sistema de agua contra incendio se diseñará para proporcionar el gasto mínimo calculado en el análisis de riesgos. Cuando no se dé este gasto se debe suponer:
- Un gasto mínimo de 18,925 lpm (5000 GPM) en el área más peligrosa, proporcionado por monitores e hidrantes.
 - Más 3,785 lpm (1000 GPM) por aspersores o rociadores, para enfriamiento de tanques y sellos de bombas.
- III.2 Presión.- La presión que debe tener el agua en la salida de los monitores o hidrantes no debe ser menor de 7 Kg/cm^2 (100 lb/pulg^2) man.
- III.3 Velocidad del agua.- La velocidad razonable del agua para la selección del diámetro de la tubería es entre 2 y 4 m/seg (6 y 12 pies/seg).

III.4 Redundancia.- El sistema de agua contra incendio deberá tener dos alimentaciones opuestas entre sí y de manera - que al bloquearse o salirse de servicio una de éstas, la planta no quede sin protección. Esto mismo se aplicará pa ra los arreglos interiores de tuberías que protegen a los recipientes y bombas.

Estos cuatro requisitos se determinarán de acuerdo con las dimensiones de la instalación y riesgos a prote ger.

III.5 Hidrantes.- Los hidrantes deben ser diseñados para que por cada toma proporcione los gastos siguientes:

Diámetro nominal	Gasto	
	l.p.s.	G.P.M.
38.1mm (1 1/2")	6	100
63.5mm (2 1/2")	16	250

Se preferirán los hidrantes del tipo convencional con dos tomas. Cuando no se utilicen hidrantes del tipo co-- mercial, éstos se podrán fabricar con tubo de 102mm (4") de diámetro como mínimo, conectado a la línea de agua di rectamente y en la parte superior del tubo se colocarán niples de 38.1mm o 63.5mm de diametro nominal con cuerda estándar de tubería, opuestos uno al otro y a una altura de 60 cm sobre el nivel del piso terminado. En los niples se instalarán válvulas de compuerta de bronce con cuerda Std.

hembra NPT en un lado y en el otro con cuerda macho NSHT. Ver figura No.2.

La rosca de todo el equipo contra incendio para agua debe ser US National Standar para manguera NSHT (7 1/2 hilos por pulgada, de 63.5 mm de diámetro).

En aquellas instalaciones donde se disponga de poco personal o de limitados abastecimientos de agua, podrán colocarse en las válvulas de los hidrantes adaptadores a rosca NSHT de 38.1 mm de diámetro (9 hilos por pulgada) con el objetivo de poder usar mangueras de esa dimensión.

Donde el clima lo permita no se usarán hidrantes del tipo que admita vaciarlos. Pero en aquellas zonas donde el clima lo haga necesario, se utilizarán hidrantes con válvula de entrada y purga para vaciarlos. En este caso, junto al hidrante existirá una fosa rellena con material poroso que absorba el agua que se drene al vaciarlo.

Las pérdidas a través del hidrante no deberán ser mayores de 0.14 Kg/cm^2 (2 lb/pulg²) al estar trabajando con su gasto máximo.

III.6 Monitores.- Cuando se requieran monitores en áreas de instalaciones industriales y de almacenamiento de productos inflamables, su localización, capacidad y número de ellos se decidirá de acuerdo con los riesgos de cada área en especial.

El alcance máximo de los monitores se considera de 30m de radio con niebla angosta.

El gasto para un monitor será de 1893 lpm (500 GPM) pa

ra plantas de refinación y de 3785 lpm (1000 GPM) para plantas petroquímicas.

Se deberán instalar monitores en todas las áreas de las plantas. Estos monitores protegidos con barandal, se colocarán sobre plataformas elevadas cuando ello sea necesario, para ampliar el área protegida. La escalera de acceso a los monitores elevados deberá situarse hacia el lado menos expuesto a un posible incendio. La válvula de bloqueo de los monitores deberá quedar cerca del nivel del piso o a una altura y disposición tal, que facilite su operación, ya sea que se opere mediante cadena, o bien, que se les adapte una extensión para fácil operación manual.

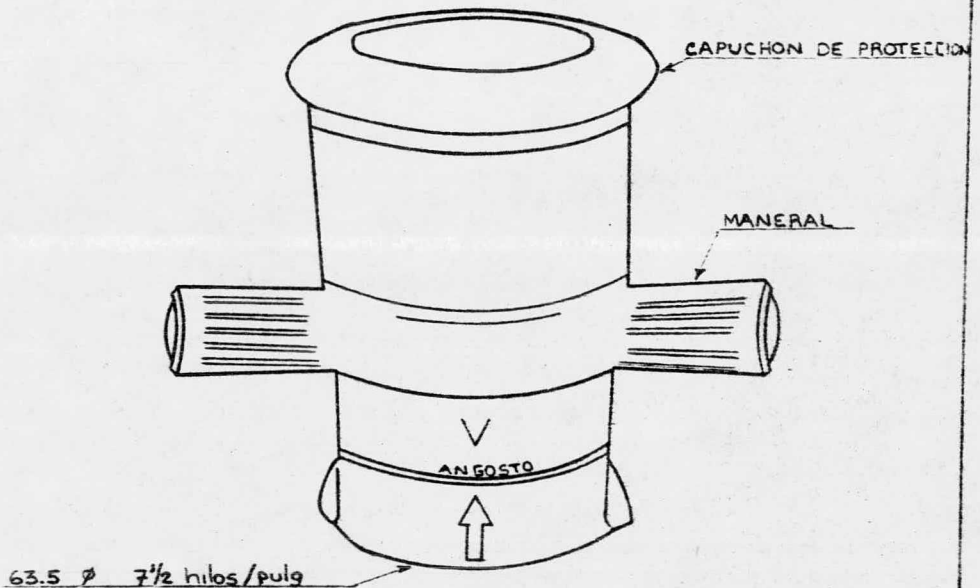
La línea de alimentación al monitor se conectará a la red de agua contra incendio mediante un codo de 90° o tee de 152 mm (6") de diámetro como mínimo. Se procurará que estos ramales de 152mm de diámetro sean lo más cortos posible. Cuando se instalen tomas de agua en la línea de alimentación de los monitores, esta línea deberá ser de un diámetro que proporcione una velocidad entre 6 y 12 pies/seg. Ver figura No. 3.

Los monitores deben estar provistos de boquilla de niebla graduable y chorro. Ver figura No. 5.

III.7 Mangueras para agua.- Deberán ser de 38.5 o de 63.5 mm de diámetro, con forro interior de hule natural y/o sintético y cubierta de algodón o de fibra sintética aprobada por un laboratorio reconocido. La cubierta deberá ser uniforme

CARACTERISTICAS DE LAS BOQUILLAS PARA MONITORES DEL SERVICIO DE AGUA CONTRA INCENDIO.

GASTO A 7.1 Kg/6 DE PRESION		ALCANCE MINIMO DEL			PESO	LONGITUD
		CHORRO DIRECTO m	CONO DE NIEBLA			
GPM	IPS			ANGOSTO m	ANCHO m	Kg
500	31.5	57	32	20	2-6	14-21
750	47.3	78.6	52.8	31.3	3-10	16-25
1000	63.0	86.8	44.6	36.3	3-10	16-25



DIBUJO TIPICO DE UNA BOQUILLA DE 63.5 DE DIAMETRO PARA INSTALARSE EN MONITORES DEL SERVICIO CONTRA INCENDIO.

ENEP "ARAGON"		
TESIS PROFESIONAL	SISTEMAS DE AGUA CONTRA INCENDIO	
RAFAEL GOMEZ HERMIDA	No. CTA. 7500780-7	
ACOT: CM	ESC: SIN	FIG No: 5

y libre de irregularidades, sin costura. El forro interior deberá ser de espesor uniforme y libre de arrugas o imperfecciones; en caso de tener costura deberá ser vulcanizada. El forro interior puede ser fabricado de tela impregnada del material plástico. Estarán provistas las mangueras de dos conexiones de bronce en los extremos con cuerdas NSHT.

Las mangueras deberán mantenerse limpias y secas. Deberán tenerse en existencia adaptadores en aquellos casos en que se tenga distinto tipo de cuerda en hidrantes y mangueras.

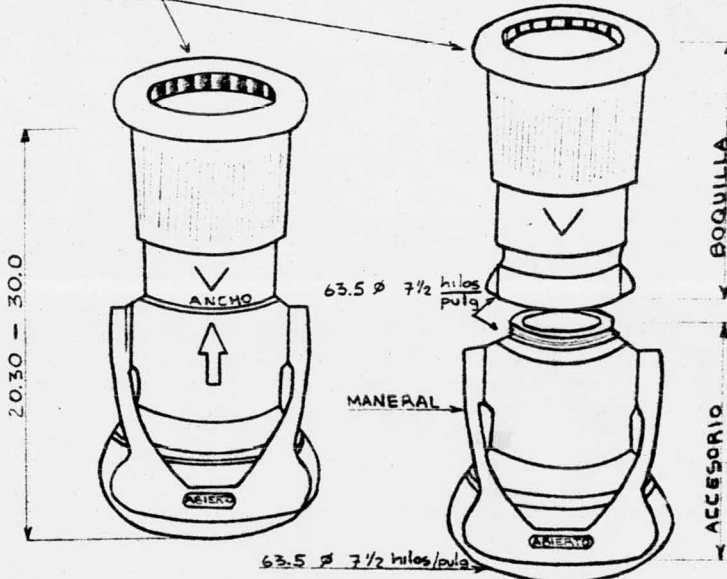
III.8 Boquillas.- Donde sólo se utilicen mangueras de 63.5 mm de diámetro, deberán existir pitones de ésta dimensión con orificios de descarga adecuados. Ver figuras 6 y 7. Donde existan solamente mangueras de 38.1 mm de diámetro los pitones serán de esta dimensión. En aquellos casos en que existan los dos tipos de mangueras, los pitones serán de 38.1 y de 63.5 mm de diámetro y se dispondrá de reducciones con agarraderas de 63.5 a 38.1 mm de diámetro. En este caso podrá intercalarse entre la reducción y el pitón una válvula de acción rápida de 38.1 mm de diámetro. Ver figura No. 7.

Todas las conexiones del equipo contra incendio llevarán un empaque de hule de las dimensiones adecuadas.

CARACTERISTICAS DE LAS BOQUILLAS
PARA MANGUERAS DE 63.5 DE DIAMETRO
DEL SERVICIO DE AGUA CONTRA
INCENDIO.

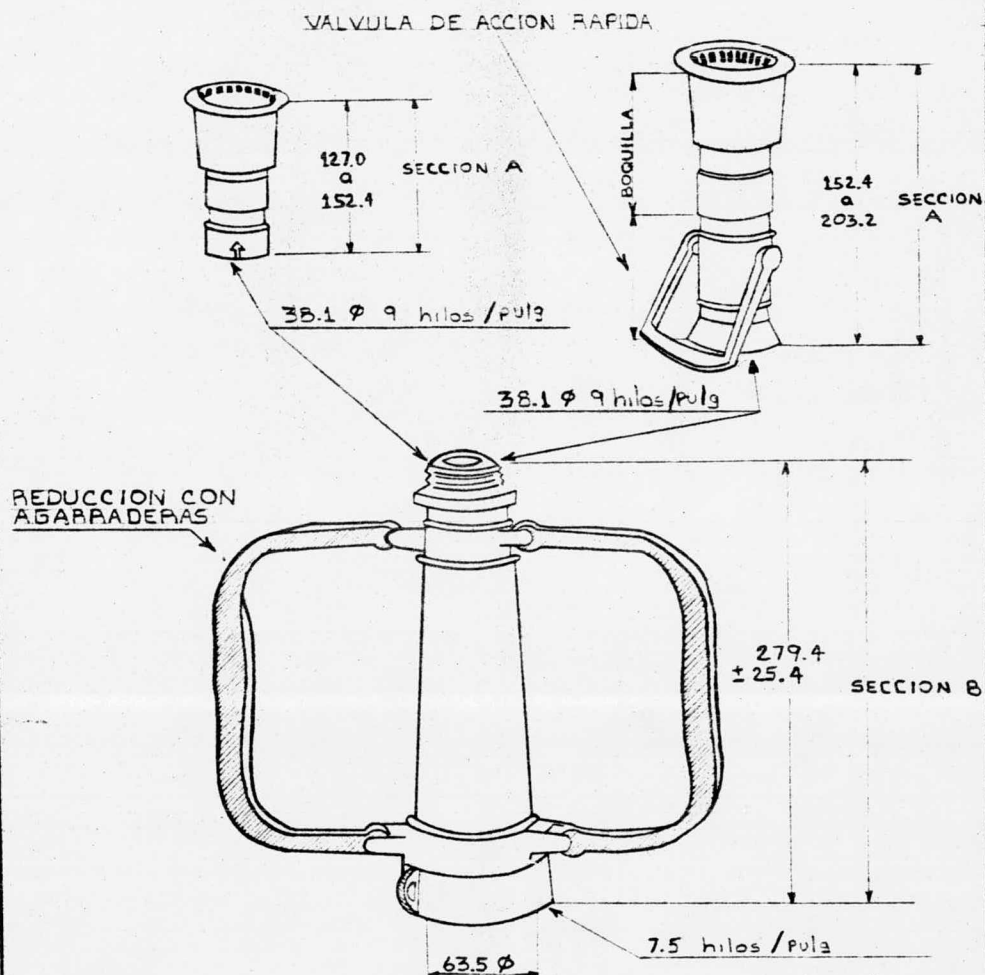
	PESO Kg	LONGITUD cm	GASTO MINIMO A 7.1 Kg/cm ² DE PRESION				ALCANCE MINIMO A 7.1 Kg/cm ² DE PRESION (m)	
			CHORRO DIRECTO		CHORRO NIEBLA		CHORRO DIRECTO	CHORRO NIEBLA
			lps	gpm	lps	gpm		
ACCESORIO	2.8-3.6	12.10-20.30						
BOQUILLA	1.7-3.5	12.50-20.30	7.56	120	13.2	210	40	12

CAPUCHON DE PROTECCION



DIBUJO TIPICO DE UNA BOQUILLA CON ACCESORIO INDEPENDIENTE O INTEGRADO DE 63.5 DE DIAMETRO PARA MANGUERA DE AGUA CONTRA INCENDIO.

ENEP "ARAGON"		
TESIS PROFESIONAL	SISTEMAS DE AGUA CONTRA INCENDIO	
RAFAEL GOMEZ HERMIDA	No. CTA. 7500730-7	
ACOT: CM	ESC: SIN	FIG. No: 6



DIBUJO TIPICO DE UNA BOQUILLA CON O SIN VALVULA, FORMADA POR DOS SECCIONES PARA MANGUERA DE AGUA CONTRA INCENDIO DE 38.1 O 63.5 DE DIAMETRO.

ENEP "ARAGON"

TESIS PROFESIONAL	SISTEMAS DE AGUA CONTRA INCENDIO	
RAFAEL GOMEZ HERMIDA	No. CTA. 7500780-7	
ACOT: mm	ESC: SIN	FIG. No. 7

III.9 Aspersores.- Se instalarán sistemas de aspersores de agua en:

Equipo mecánico que maneje hidrocarburos (bombas, turbinas y compresores).

Recipientes que no estén aislados térmicamente que manejen hidrocarburos (acumuladores).

Las espreas serán del tipo: (Ver figura No. 8)

1 H 7 para equipo mecánico

1 H 11 para recipientes

K para tanques verticales

El gasto mínimo en recipientes será de 4 lt/min por m² de superficie.

Los aspersores en caso de bombas deberá dirigirse el chorro al cople de la bomba.

III.10 Tubería.- Se hará el estudio de la ruta más conveniente para el tendido de la tubería,debiendo ésta, ser lo más corta y lo más accesible posible para poder efectuar el mantenimiento y reparaciones que se requieran, por lo tanto las líneas de tubería no deberán pasar bajo construcciones ni bajo el almacenamiento de materiales pesados.

En áreas fuera de instalaciones, caminos de tránsito y en lugares donde el clima lo permite la tubería se podrá instalar superficialmente o tendida en trincheras abiertas con superficie de mampostería cubiertas con rejillas o tapas de concreto, o bien, pueden ir tendidas sobre durmientes de concreto. Ver figura No. 4b.

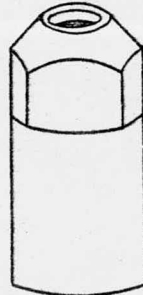
Esquilla No	Tubo Con. NPT	Orificio Diam. mm	Paso libre Máx. Diam. mm	Capacidad l/m ²		Angulo de aspersión	
				3 Kg/cm ²	5 Kg/cm ²	3 Kg/cm ²	5 Kg/cm ²
1 H11W	1"	13.1	5.6	92.4	115	124°	117°
1 H7	1"	8.3	5.6	44.3	90.1	68°	62°

1 H11W



TIPO "H" CONEXION
HEMBRA. BOQUILLA DE
UNA PIEZA FUNDIDA

1 H7



TIPO "H" CONEXION
HEMBRA. CUERPO
BARRA

ENEP "ARAGON"

TESIS
PROFESIONAL

SISTEMAS DE
AGUA CONTRA
INCENDIO

RAFAEL GOMEZ HERMIDA

No. CTA.
7500780-7

ACOT:

ESC: SIN

FIG. N.º 8

En áreas de instalaciones, caminos o lugares donde la temperatura ambiente baje de 0°C se enterrará a una profundidad mínima de 0.75 m para evitar la congelación del agua. Cuando la tubería pase bajo vías de ferrocarril o calles de tránsito pesado, deberá instalarse a una profundidad mínima de 1.30 m. En éstos dos últimos casos la tubería se protege con un recubrimiento adecuado y la fosa se rellenará con tierra que no contenga cenizas ni materiales corrosivos. Ver figura No. 4a.

Con respecto a la calidad del agua, los suministros de ésta que contengan sales o materiales análogos que afecten a los sistemas de agua contra incendio deberán evitarse en todo lo posible. De preferencia se debe utilizar agua limpia y dulce aunque no sea potable, pero en caso de tener que utilizar agua salada, se deberá efectuar un estudio que permita determinar el espesor total de la pared de los tubos, ya sea aplicando tolerancias por corrosión para acero al carbono o la utilización de los materiales que se muestran en la tabla No. 2.

TABLA No. 2
MATERIALES PARA REDES DE AGUA DE CONTRA-INCENDIO

	DESCRIPCION	DIAMETRO	ESPECIFICACION	
TUBOS	Extremos roscados	1½" y menores	Sin costura Ccd. 40	ASTM-A53 Gr. B
	Extremos biselados	2" a 6"	Sin costura Ccd. 40	ASTM-A53 Gr. B
	Extremos biselados	8" y 10"	Sin costura Ccd. 40	ASTM-A53 Gr. B
	Extremos biselados	12" y mayores	Con costura Ccd. 40	ASTM-A53 Gr. B
	Niples	2½" (Nota 1)	Sin costura Ccd. 40	ASTM-A53 Gr. B
ROSCADAS	Compuerta (caña sólida)	1½" y menores	150 # SWP, RSIS, UB	ASTM-B62
	Compuerta (doble disco)	1½" y 2¼" (Nota 1)	300 # RSIS, UB, Rosca hembra NPT y rosca macho NSHT (con tajón cachucha y cadena)	ASTM-B62
	Angulo	1½" y 2¼" (Nota 1)	300 # SWP, RSIS, UB	ASTM-B62
	Retención (tipo pistón)	1½" y menores	150 # tapa roscada	ASTM-B62, interiores de bronce con níquel
BRIDAS	Compuerta (caña sólida)	2" y mayores	150 # FF, OS & Y, BB	ASTM-A216 Gr. WCB
	Retención (columpio)	2" y mayores	150 # FF, BC	ASTM-A216 Gr. WCB
BRIDAS	Cuello soldable	2" y mayores	150 # FF (unión entre bridas)	ASTM-A151 Gr. I
		2" y mayores	150 # FF (unión con vól vula)	
CONEXION	Roscadas	1½" y menores	2000 #, tuerca unión con asiento de acero contra bronce.	ASTM-A105 Gr. II
	Coples roscados	1½" y menores	3000 # tuerca unión con asiento de acero contra bronce.	ASTM-A105 Gr. II
	Soldables a tope	2" y mayores	Cédula de acuerdo a la de la tubería	ASTM-A234 Gr. WPB
	Juntas	Todos	Asbesto comprimido de 1.5 mm (1/16") de espesor	ASTM-D1170
	Tornillería	Todos	Tornillos máquina de cabeza cuadrada con tuercas hexagonales.	ASTM-A307 Gr. B ASTM-A191 Gr. 2H
UNIONES	Desmontables para mantenimiento	1½" y menores 2" y mayores	Tuerca unión Brida	
	Normal	1½" y menores 2" y mayores	Coples Soldables a tope	
NOTAS:			NSHT	Rosca estándar para conexiones de manguera (National Standard Hose Thread). (Ver norma de Seguridad de Pemex AVIII-13)
1)	Para usarse exclusivamente en Hidrantes.		OS&Y	Yugo con rosca exterior (Outside Screw and Yoke).
2)	Límites de operación: 20 kg/cm² man y 40°C.		BB	Bonete atornillado (Bolted Bonnet).
3)	Abreviaturas:		BC	Tapa atornillada (Bolted Cap).
SWP	Presión de operación con vapor (Steam Working Pressure).		FF	Cara plana - bridas (Flat Face).
RSIS	Vástago ascendente con rosca interior (Rising Stem Inside Screw).		RF	Cara realzada - bridas (Raised Face).
UB	Bonete de unión roscada (Union Bonnet).			
NPT	Rosca estándar para tubería (National Pipe Thread).			

CAPITULO IV

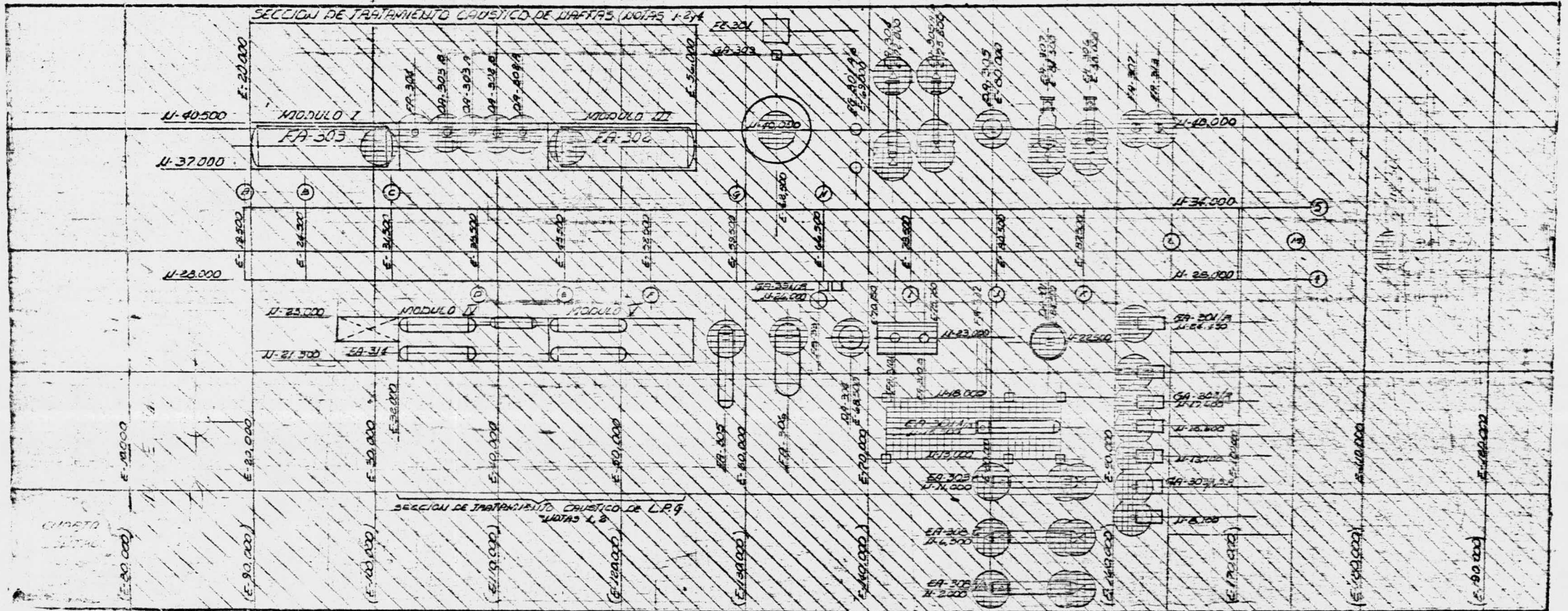
PROCEDIMIENTO GENERAL DE DISEÑO

- IV.1 Identificación del área de mayor riesgo en la planta.- La figura No. 9 muestra el plano de áreas peligrosas, las cuales se dividen en tres básicamente:
- IV.1.a Area no peligrosa.- El área no peligrosa abarca generalmente áreas lejanas de la planta de proceso, así como oficinas y cuartos de control. Estas áreas generalmente se protegen con extinguidores.
- IV.1.b Area medianamente peligrosa.- El área medianamente peligrosa generalmente abarca la totalidad de la planta exceptuando aquellas áreas que son fuente de ignición. Se considera que estas áreas pueden ser cubiertas por el calor (radiación) desprendido de las áreas de ignición.
- IV.1.c Area de mayor riesgo o peligro.- El área de mayor riesgo o peligro incluye todas las áreas que son fuente de ignición en donde hay una rápida propagación del fuego.

Conociendo cual es el área de mayor riesgo, se considera que el gasto mínimo por monitores e hidrantes que debe proteger esta área, es de 18,925 lpm (5000 GPM) más 3,785 lpm (1000 GPM) por aspersores.

ALIC DE AREAS PELIGROSAS




LIMITE DE BATERIA U-50.000



LIMITE DE BATERIA U-000.000 (L.B. PIA)

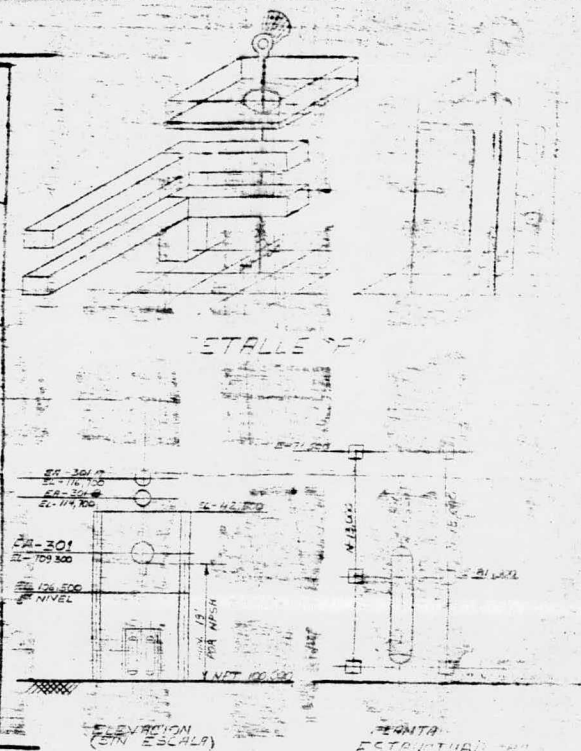
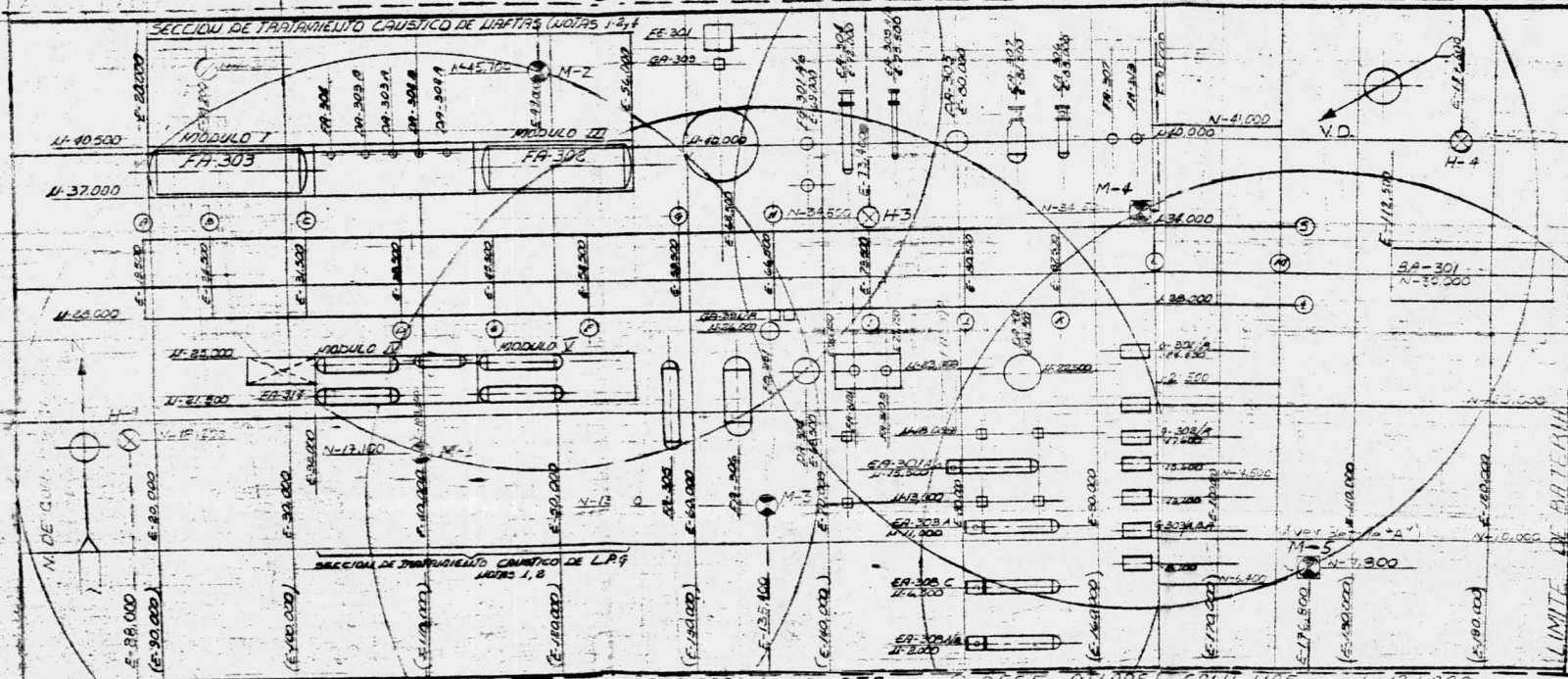
DESF. ATMOSF. CONT. 1185 U-121.000

SÍMBOLOGIA:

-  AREA NO. PELIGROSA
-  AREA MEDIANAMENTE PELIGROSA
-  AREA DE MAYOR RIEZGO O PELIGRO

ENEP "ARAGON"	
TESIS PROFESIONAL	SISTEMAS DE AGUA CONTRA INCENDIO
RAFAEL GOMEZ HERNANDEZ	No. CTA 7500730-7
ACOTR. m. ESC. 1:250	FLG. No. 2.

LOCALIZACION DE HIDRANTES Y MONITORES
 LIMITE DE BATERIA N-50,000



ANILLO " LIMITE DE BATERIA 4-000,000 (L.B. PTA) DESF. ATMOSF. COU. 1165 N-121,000

- SIMBOLOGIA:**
- ⊗ HIDRANTE CON 2 TOMAS PARA MANGUERA
 - ⊗ MONITOR CON 2 TOMAS PARA MANGUERA OPERADO MANUALMENTE
 - ⊗ MONITOR CON 2 TOMAS PARA MANGUERA OPERADO CON CADENA
 - ⊗ ASPERSORES

ENEP "ARAGON"	
TESIS PROFESIONAL	SISTEMAS DE AGUA CONTRA INCENDIO
RAFAEL GOMEZ HERNANDEZ	N.º C.T.A. 7500780-7
ACOT. INT.	ESC. 1:100 FIG. N.º 10

IV.2 Localización de monitores.- Las áreas medianamente peligrosas y de mayor riesgo se protegerán con monitores, cubriéndose entre sí cada uno de ellos en la zona de mayor riesgo. Todos los monitores tendrán dos salidas para mangueras (hidrante integrado).

Para la localización de los monitores se deberán tomar en cuenta los siguientes factores:

- 1.-La dirección de los vientos dominantes. Ver figura No.10
- 2.-La altura de los equipos y edificios. Ver figura No. 11
- 3.-Interferencias debidas a los soportes de tubería elevados (racks). Ver figura No.12

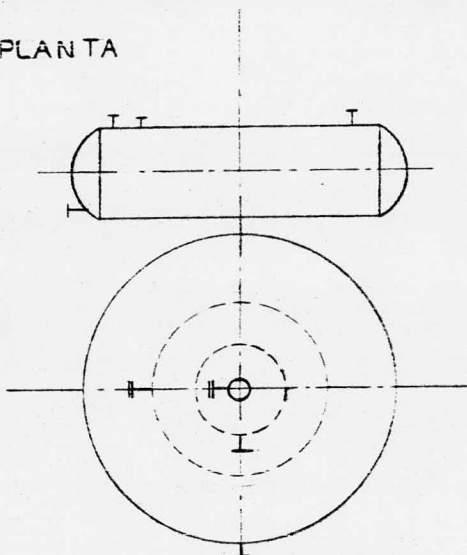
Todos los monitores deberán tener una plataforma de operación con una elevación mínima de 2 m.

En donde se requiera la instalación de monitores a una altura mayor a la de los soportes elevados, éstos deberán estar provistos de un mecanismo de accionamiento manual desde el nivel del piso. Se evitarán los dispositivos de accionamiento neumático, eléctricos, hidráulicos o electrónicos.

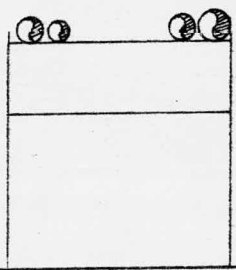
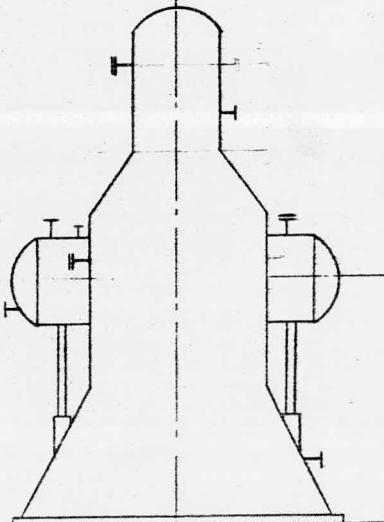
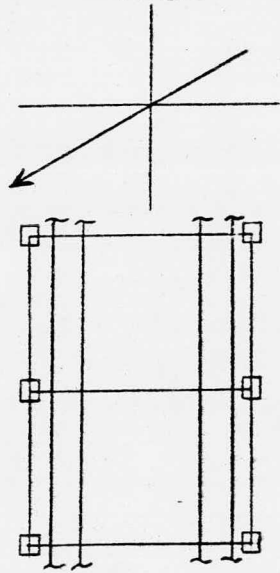
IV.3 Localización de hidrantes.- Se localizarán hidrantes a cada 25 Mts. entre sí, pero se tomarán en cuenta también los hidrantes integrados en los monitores.

En las estructuras elevadas se colocarán hidrantes en cada piso en donde haya recipientes o equipos a proteger y deberán localizarse cerca de las escaleras de acceso.

PLANTA



V. D.



ELEVACION

ENEP "ARAGON"

TESIS
PROFESIONAL

SISTEMAS DE
AGUA CONTRA
INCENDIO

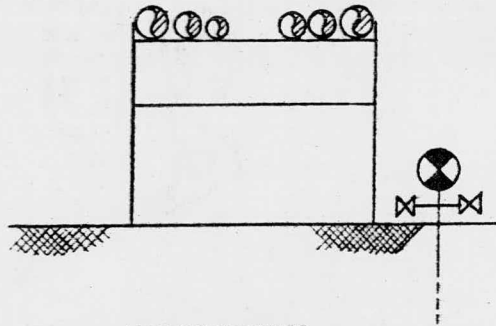
RAFAEL GOMEZ HERMIDA

N.º CTA.
7500780-7

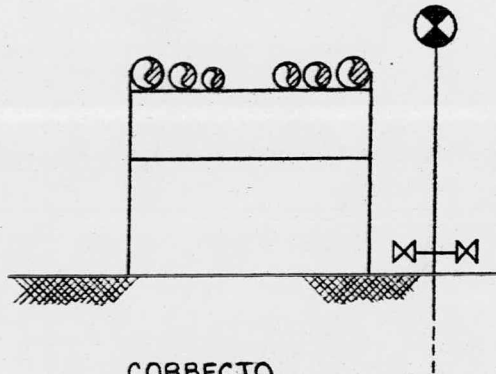
ACOT:

ESC: SIN

FIG. N.º 11



INCORRECTO



CORRECTO

ENEP "ARAGON"

TESIS
PROFESIONALSISTEMAS DE
AGUA CONTRA
INCENDIO

RAFAEL GOMEZ HERMIDA

No. CTA
7500780-7

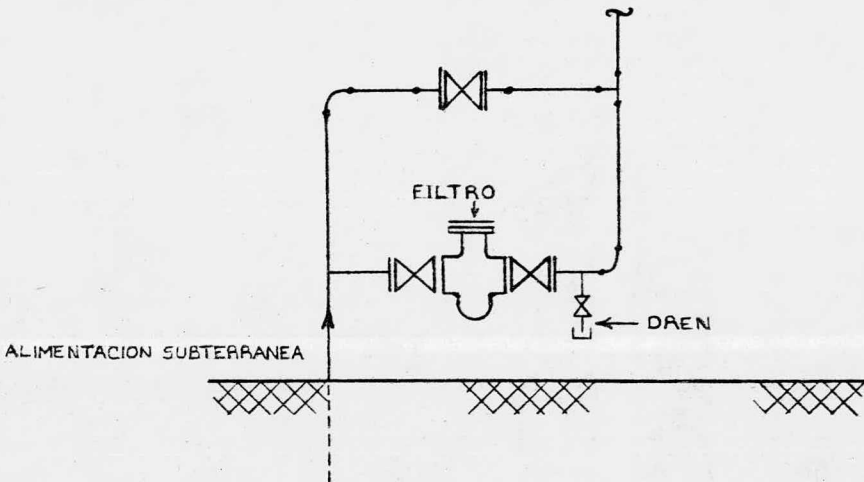
ACOT:

ESC: SIN

FIG. No.: 12

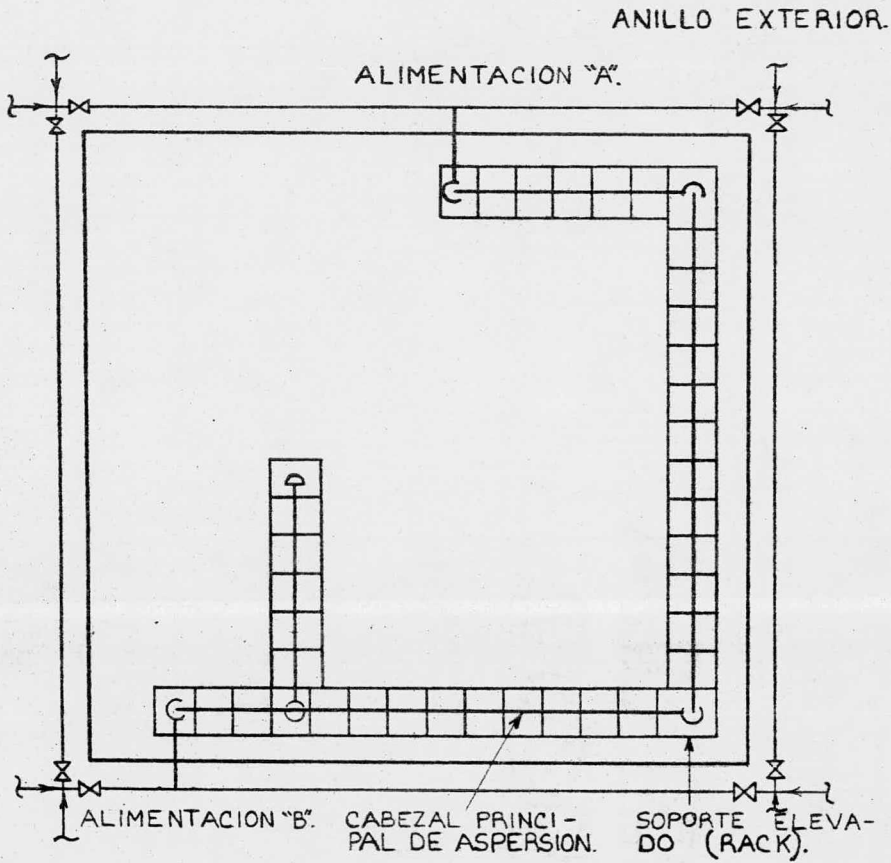
IV.4. Cabezal principal de aspersión.- Este cabezal deberá tener dos alimentaciones subterráneas del anillo exterior y opuestas entre sí como se muestra en la figura No.13, además recorrerá todos los soportes elevados (racks) de la planta.

En cada alimentación se deberá tener el arreglo de la figura siguiente:



Esto es con el fin de poder darle mantenimiento al filtro. El filtro deberá ser del tipo canasta, (Ver figura No.14) bridado y el cedazo deberá tener perforaciones de diámetro menor al diámetro de los orificios de las boquillas de aspersión con el fin de evitar que éstas se tapen.

El diámetro del cabezal principal se calculará tomando en cuenta el gasto requerido por el arreglo de aspersores con mayor número de boquillas.



ENEP "ARAGON"

TESIS
PROFESIONAL

SISTEMAS DE
AGUA CONTRA
INCENDIO

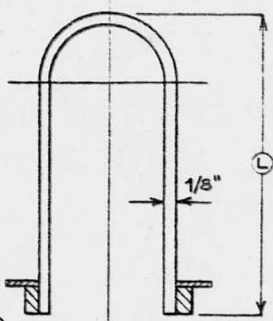
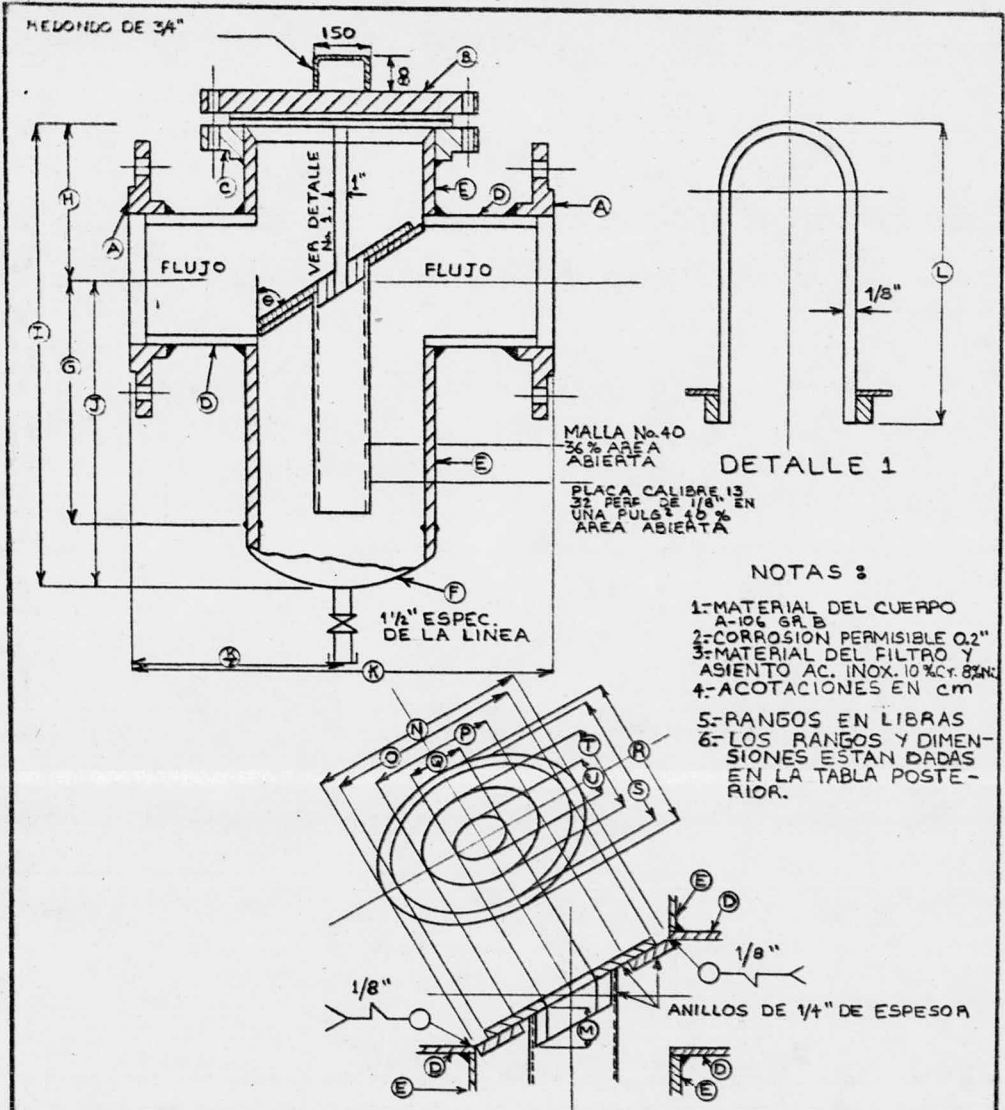
RAFAEL GOMEZ HERMIDA

No. CTA.
7500780-7

ACOT:

ESC: SIN

FIG No.: 13

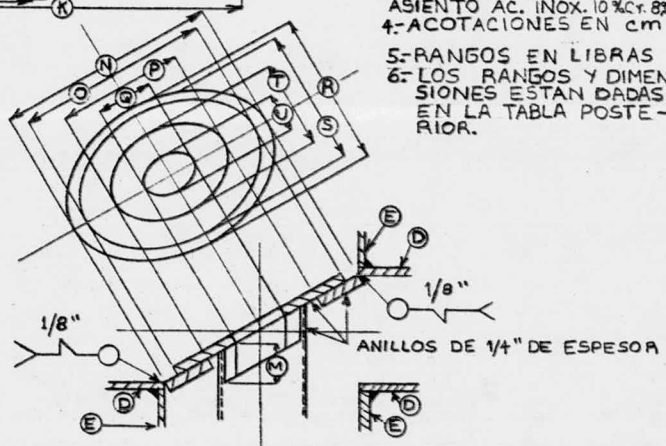


MALLA No.40
 36% AREA ABIERTA
 PLACA CALIBRE 13
 32 PERF. DE 1/8" EN
 UNA PULG. 40%
 AREA ABIERTA

DETALLE 1

NOTAS :

- 1-MATERIAL DEL CUERPO A-106 GR. B
- 2-CORROSION PERMISIBLE 0.2"
- 3-MATERIAL DEL FILTRO Y ASIEN TO AC. INOX. 10% Cr. 8% Ni
- 4-ACOTACIONES EN CM
- 5-RANGOS EN LIBRAS
- 6-LOS RANGOS Y DIMENSIONES ESTAN DADAS EN LA TABLA POSTERIOR.



VISTA "A-A"

FILTROS PERMANENTES
 CON BRIDAS DE 150# Y
 300 #

ENEP "ARAGON"	
TESIS PROFESIONAL	SISTEMAS DE AGUA CONTRA INCENDIO
RAFAEL GOMEZ HERMIDA	No. CTA. 7500780-7
ACOT: C M	ESC: SIN
FIG. No.: 14	

PARA BRIDAS 150 # R.F. 10 Kg

Diám. de la línea	A BRIDA DESlizA BLE R.F.		B BRIDA CIEGA R.F.			C BRIDA DESL.		D TUBO		E TUBO		F CACHU- CHA		G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	e
	Diám	Rango	Diám	Rango	Peso Kg	Diám	Rango	Diám	Céd	Diám	Céd	Diám	Céd																
	6"	6"	150	10"	150	32	10"	150	6"	80	10"	40	10"	40	280	305	711	406	508	352	35	293	291	243	205	254	252	204	166
8"	8"	150	12"	150	50	12"	150	8"	40	12"	STD	12"	STD	356	356	864	508	607	403	35	366	364	314	276	304	302	252	214	563

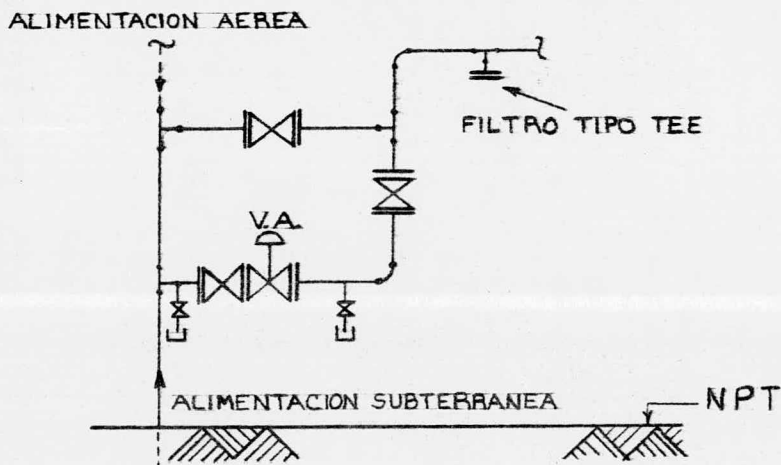
PARA BRIDAS 300 # R.F. 21 Kg

6"	6"	300	10"	300	57	10"	300	6"	80	10"	80"	10"	80	280	305	711	406	508	352	35	283	281	245	209	242	240	205	170	59
8"	8"	300	12"	300	84	12"	300	8"	80	12"	60"	12"	60	356	356	864	508	607	403	35	352	350	312	274	294	292	255	218	567

IV.5.º Sistemas de aspersión.- Los sistemas de aspersión (subcabezales se diseñarán para proteger grupos de equipos.

Los subcabezales tendrán dos alimentaciones, una se tomará del cabezal principal de aspersión y la otra de la línea que alimenta al monitor o hidrante más cercano. Ver figura No.15

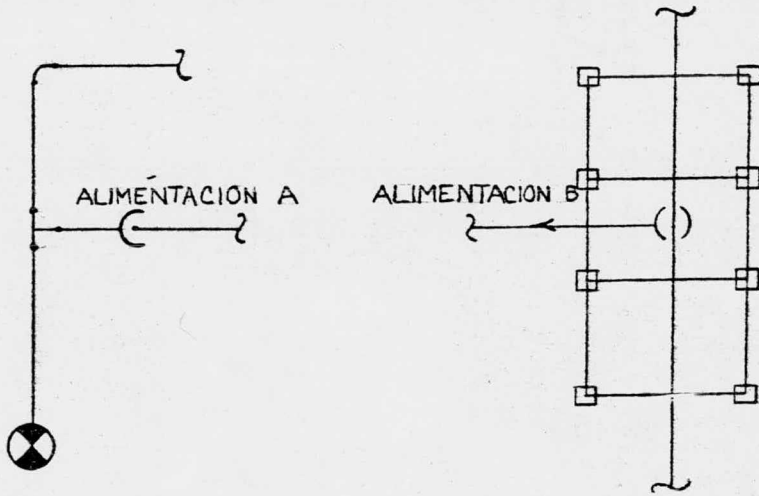
En una de las alimentaciones se deberá tener el arreglo de la figura siguiente:



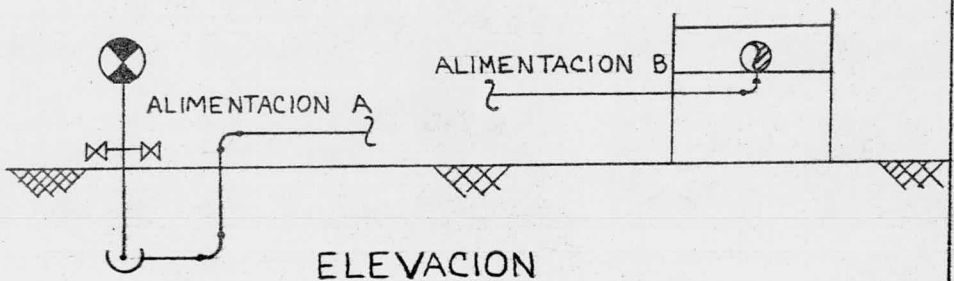
Este arreglo deberá localizarse cerca de los equipos a proteger.

La válvula automática "VA" deberá tener las siguientes características:

- 1.-Operada con aire (neumática).
- 2.-Tipo mariposa. Ver figura No. 16



PLANTA



ELEVACION

ENEP "ARAGON"

TESIS
PROFESIONAL

SISTEMAS DE
AGUA CONTRA
INCENDIO

RAFAEL GOMEZ HERMIDA

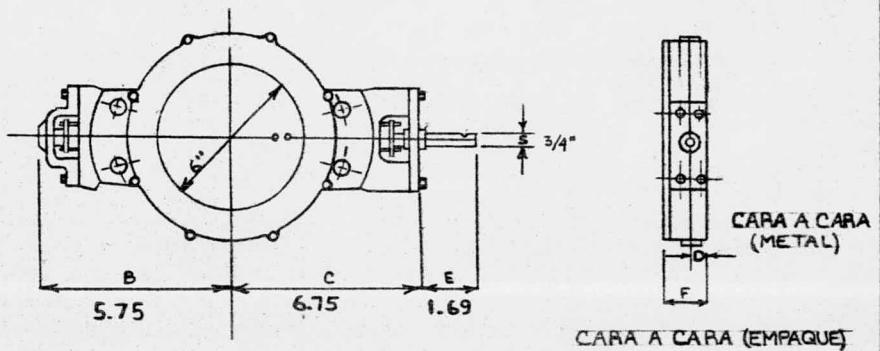
No. CTA.
7500780-7

ACOT:

ESC: SIN

FIG. No.: 15

VALVULA TIPO MARIPOSA



MAX. PRESION DE ENTRADA: 275 PSI
 RANGO DE TEMP DEL FLUIDO: -30°F - 350°F
 EMPAQUE TFE (TEFLON)

ENEP "ARAGON"		
TESIS PROFESIONAL	SISTEMAS DE AGUA CONTRA INCENDIO	
RAFAEL GOMEZ HERMIDA	No. CTA. 7500780-7	
ACOT: PULG	ESC: SIN	FIG. No: 16

3.-Cierre hermético

4.-De dos posiciones (on-off), es decir, completamente -
abierta o cerrada.

5.-Accionamiento manual y desde el cuarto de control.

6.-La tubería de aire que opera el actuador de la "VA" de-
berá ser de plástico.

El filtro "TEE" se localizará de manera que tenga fácil
acceso.

La otra alimentación deberá tener una válvula de blo-
queo manual colocada lejos de los equipos a proteger.

IV.6 Protección de tanques de almacenamiento.- Los tanques de
almacenamiento se protegerán mediante una instalación pa-
ra enfriamiento (subcabezal) contra daños por incendio in-
terior o por exposición a incendios exteriores cercanos.

Esta parte comprenderá tanques cilíndricos verticales
y horizontales, y esféricos; pudiendo ser de alta presión
o atmosféricos, pero no se incluyen aquí tanques del tipo
criogénico ni tanques de baja presión.

Todos los tanques de almacenamiento deberán cumplir con
los siguientes requisitos de diseño:

1.- Tanques verticales atmosféricos.- Se protegerán con
anillos para aplicación de agua de enfriamiento. El
gasto total requerido se calculará sobre la base de
4 litros de agua por minuto por metro cuadrado de su-
perficie lateral del tanque.

Se colocará un anillo por cada 7 metros o fracción de altura del tanque cuando los tanques tengan anillos atiesadores , deberán considerarse los anillos de enfriamiento adicionales que sean necesarios. En tanques de 50,000 barriles y mayores, los anillos serán seccionados en cuatro sectores de 90° y se emplearán espreas de chorro plano de ángulo amplio tipo K. Ver figura No.17

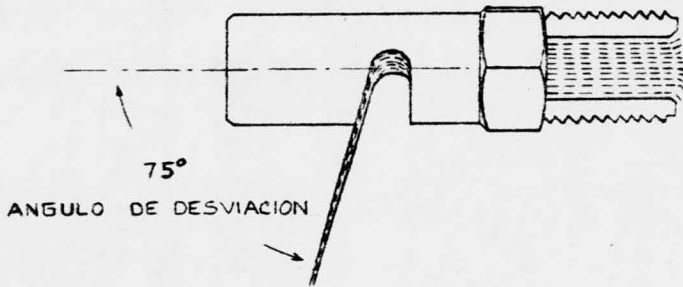
El número de espreas se obtendrá dividiendo el gasto total requerido entre el gasto por esprea considerando una presión media en los anillos de 4 Kg/cm^2 .

Los anillos estarán separados del tanque una distancia tal que se moje toda la circunferencia de la envolvente.

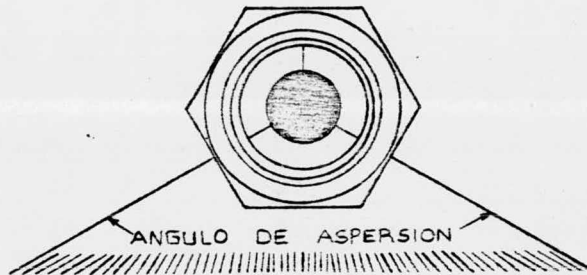
- 2.- Tanques a presión (esferas de gas L.P.).- Se protegerán por medio de espreas siguiendo las recomendaciones siguientes:

El agua se suministrará en densidades netas no menores a 10 lpm/m^2 (0.25 GPM/pié^2) de superficie expuesta sin aislante y el volumen resultante se distribuirá como sigue:

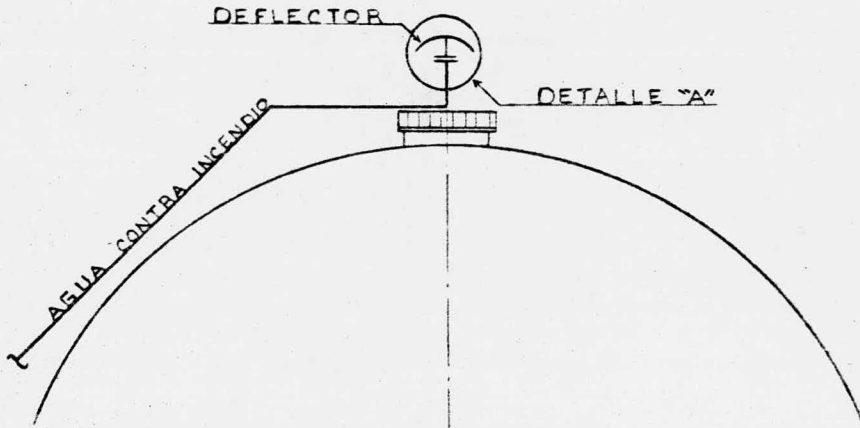
Para la superficie del hemisferio superior, el agua se aplicará mediante un tubo con deflector o como distribuidor situado en la parte superior de la misma. Este tubo deberá diseñarse para conducir el volumen de agua que resulta de multiplicar la superficie de la mitad superior de la esfera por la densidad indicada anteriormente. Ver figura No.18



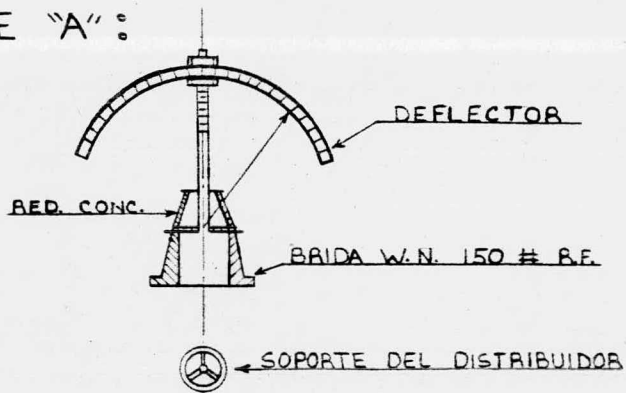
TIPO "K". CONEXION MACHO



ENEP "ARAGON"		
TESIS PROFESIONAL	SISTEMAS DE AGUA CONTRA INCENDIO	
RAFAEL GOMEZ HERMIDA	No. CTA. 7500780-7	
ACOT:	ESC: SIN	FIG. No.: 17



DETALLE "A":



ENEP "ARAGON"		
TESIS PROFESIONAL	SISTEMAS DE AGUA CONTRA INCENDIO	
RAFAEL GOMEZ HERMIDA	No. CTA. 7500780-7	
ACOT:	ESC: SIN	FIG. No: 18

Para la superficie del hemisferio inferior, el agua se aplicará mediante boquillas aspersoras de ángulo de cobertura amplio, las cuales estarán instaladas en dos cabezales o anillos. Ver figura No.19

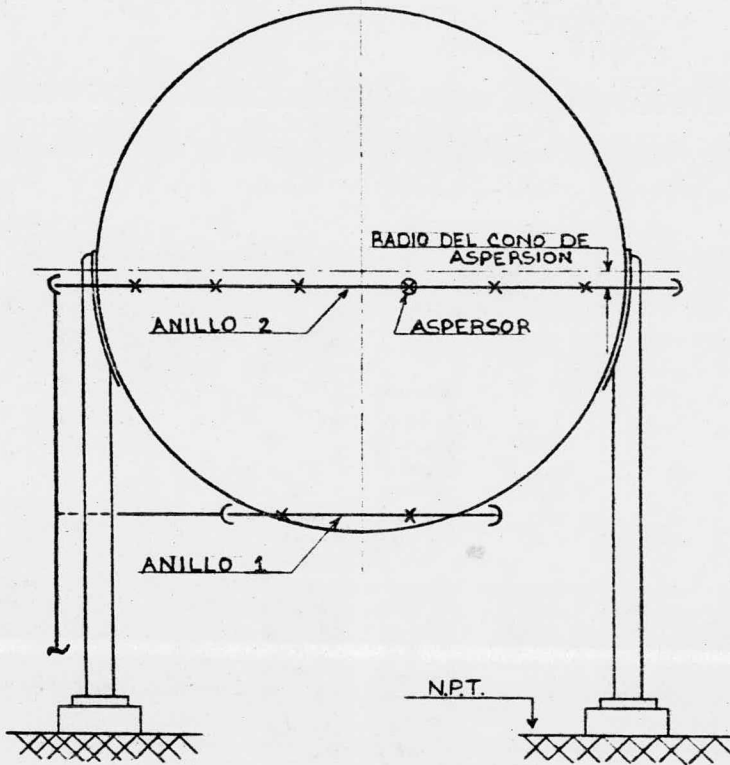
El primer anillo que deberá situarse en el polo inferior de la esfera contendrá cuatro boquillas aspersoras distanciadas entre sí de tal manera que los extremos horizontales de los conos de aspersión se traslapen.

El segundo anillo deberá ubicarse a la distancia - que resulta de considerar la mitad del diámetro de cobertura del aspersor medida a partir del ecuador de la esfera hacia abajo. Las boquillas también deberán estar distanciadas entre sí de manera que los extremos horizontales de los conos de aspersión se traslapen. Ver figura No.19.

El tamaño y número de boquillas deberán determinarse de tal forma que entre todas ellas se proporcione el volumen de agua que resulta de multiplicar la superficie de la mitad inferior de la esfera por la densidad indicada anteriormente.

En todo caso, la distancia comprendida entre la descarga de las boquillas aspersoras y la superficie de la esfera deberá ser de 0.76 m (30 pulgadas).

Debido a que los miembros estructurales que sustentan la esfera forman sombras o claros que impiden el deslizamiento uniforme del agua sobre la placa de la esfera, se deberá considerar una boquilla adicional



ENEP "ARAGON"		
TESIS PROFESIONAL	SISTEMAS DE AGUA CONTRA INCENDIO	
RAFAEL GOMEZ HERMIDA	No. CTA. 7500780-7	
ACOT:	ESC: SIN	FIG. No.: 19

por cada miembro estructural para ser instalada en la parte interior de éstos últimos y asegurar el escurrimiento del agua en toda la superficie; para alimentar estas boquillas se conectarán tuberías individuales al anillo superior de aspersores.

Para el diseño de tuberías y selección de las boquillas aspersoras deberán tomarse como base una presión de diseño de 5.63 Kg/cm^2 (80 lb/pulg^2), así como también una velocidad de flujo en las líneas que fluctúe entre 1.8 y 3.0 m/seg (6 y 10 pies/seg)

Para cada esfera debe existir un cabezal capaz de conducir el 100% del volumen de agua requerido para protección de la esfera, el cual deberá contar con las siguientes características:

- a) Cada uno de los extremos del cabezal de alimentación debe injertarse a diferentes secciones del circuito de la red general de agua contra incendio.
- b) La alimentación del cabezal que se encuentra situado más cerca de la esfera, debe ser controlada mediante una válvula de acción remota y una válvula de bloqueo anterior a la primera. La válvula de acción remota podrá ser del tipo mariposa o esfera, sello hermético de dos posiciones abierto-cerrado, o de algún otro cuyo accionamiento sea similar; de ser operada por aire, deberá abrir a falla de éste.

c) La alimentación del otro extremo del cabezal debe controlarse mediante una válvula de acción manual, la cual debe localizarse en un punto accesible y lo suficientemente alejada de manera que no ofrezca riesgos al personal que la opera en caso de emergencia.

d) Deberá instalarse una purga en la parte más baja del cabezal, que permita drenar el agua cuando éste no se encuentre en operación.

e) El cabezal tendrá dos derivaciones:

Una directa del diámetro requerido que alimente al cono distribuidor situado en la parte superior de la esfera y una segunda con válvula de bloqueo para los dos anillos de aspersores (esta válvula debe localizarse inmediatamente después del injerto con el cabezal). Después de esta última válvula deberá instalarse un filtro en "Y" que no permita el paso de partículas mayores de 3/16".

En todo caso, los miembros estructurales que soportan la esfera deberán protegerse contra el fuego forrándolos con concreto refractario.

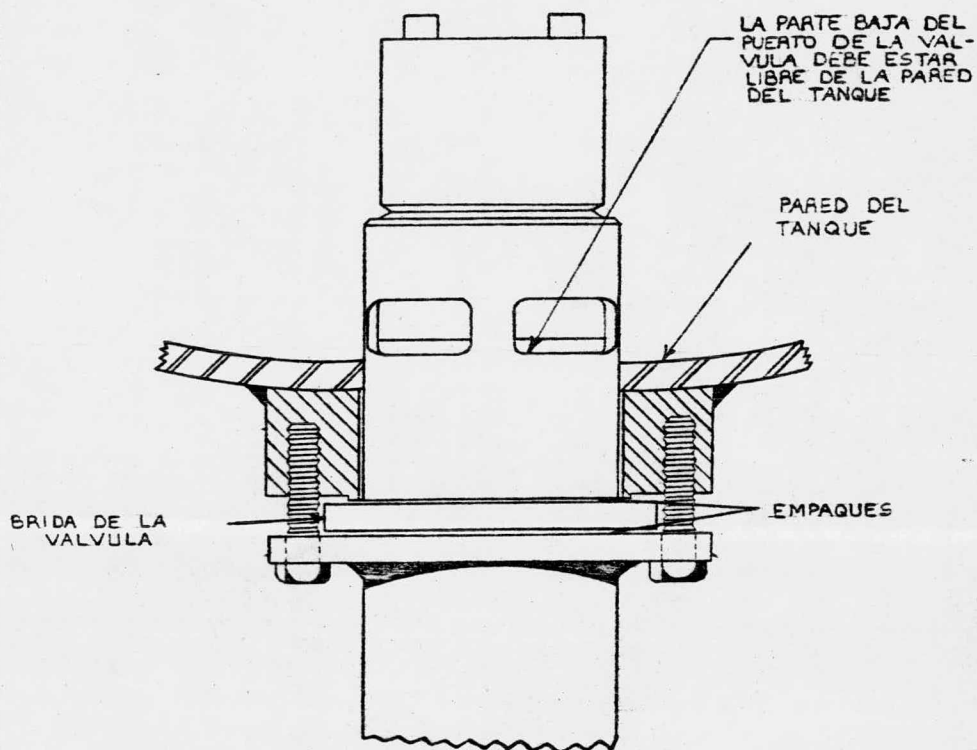
3.- Tanques horizontales a presión (salchichas).- Se protegerán por medio de espreas siguiendo las recomendaciones siguientes:

El gasto total requerido se calculará sobre la base de 10 lpm por metro cuadrado de superficie total del tanque.

Los tanques horizontales de gas L.P. se protegerán con rociadores de tal modo que el agua humedezca el - 100% de la superficie del tanque y su número será el requerido para dar el gasto total mencionado antes.

Todas las esferas y salchichas deberán contar con válvulas internas accionadas mediante un sistema hidráulico (Sistema Vickers) para evitar la entrada o salida de producto en caso de emergencia. Ver figuras No. 20 ,21 y 22 .

VALVULA INSTALADA EN UN TANQUE (SISTEMA VICKERS)



ENEP "ARAGON"

TESIS
PROFESIONAL

SISTEMAS DE
AGUA CONTRA
INCENDIO

RAFAEL GOMEZ HERMIDA

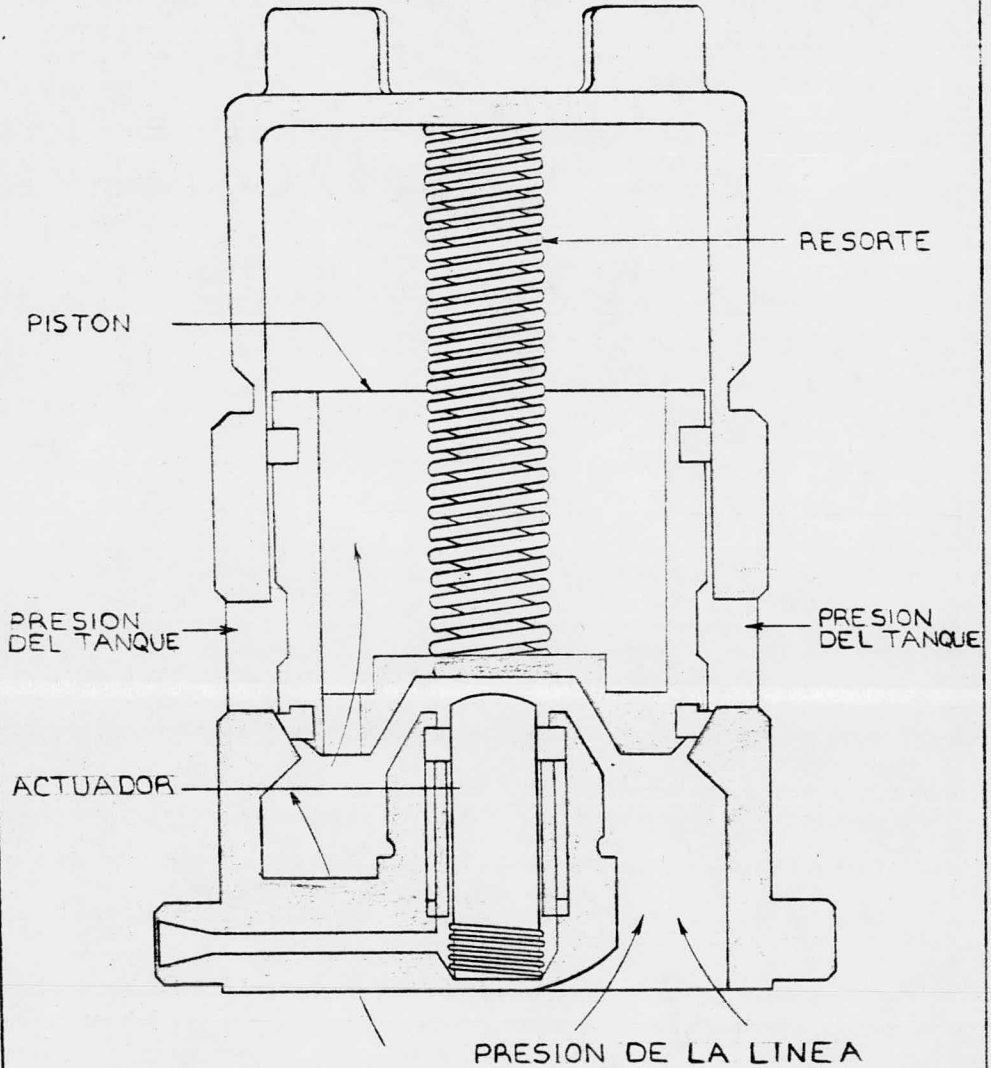
Nº. CTA.
7500780-7

ACOT:

ESC: SIN

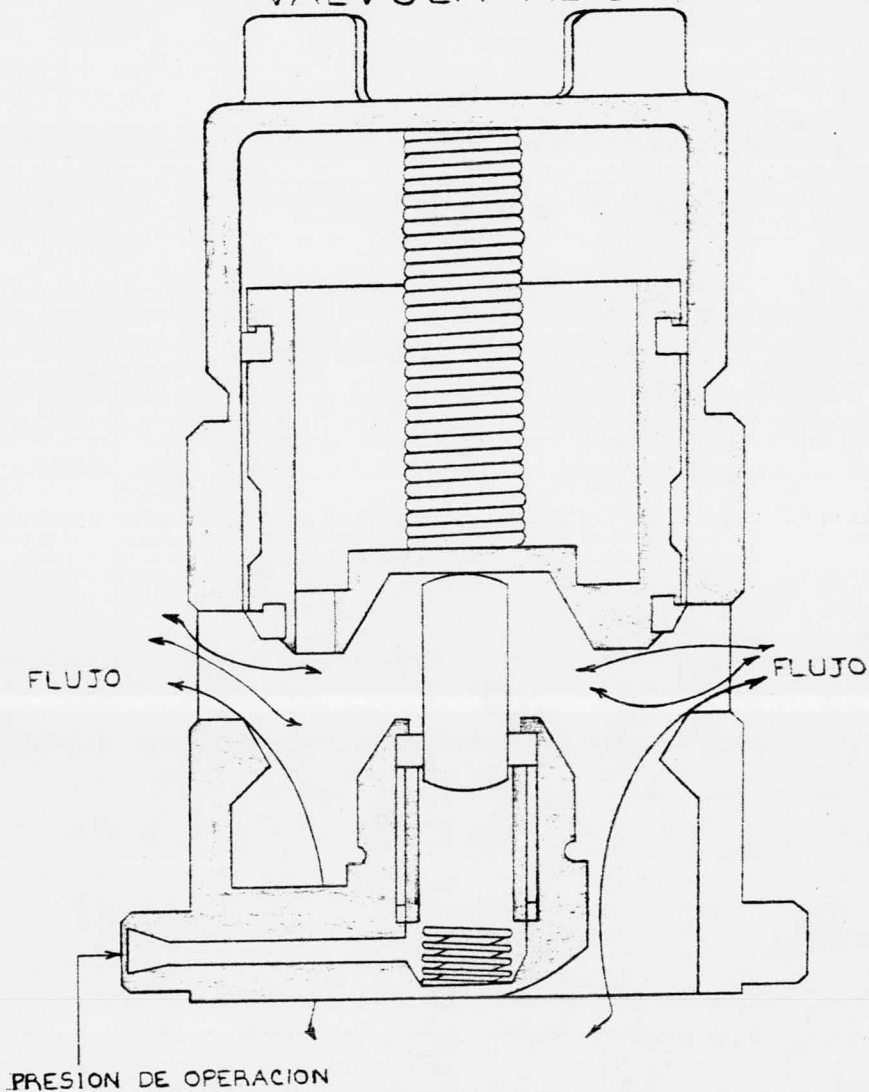
FIG Nº: 20

VALVULA CERRADA



ENEP "ARAGON"		
TESIS PROFESIONAL	SISTEMAS DE AGUA CONTRA INCENDIO	
RAFAEL GOMEZ HERMIDA	No. CTA. 7500780-7	
ACOT:	ESC: SIN	FIG. No: 21

VALVULA ABIERTA



ENEP "ARAGON"

TESIS
PROFESIONAL

SISTEMAS DE
AGUA CONTRA
INCENDIO

RAFAEL GOMEZ HERMIDA

No. CTA.
7500780-7

ACOT:

ESC: SIN

FIG. No: 22

CAPITULO V

CALCULO

V.1 Cálculo de la caída de presión hasta la salida del monitor más alejado (M-5).

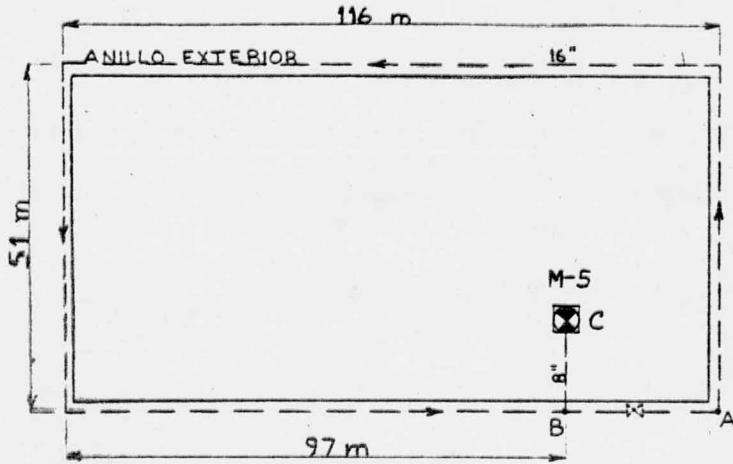
Para estos cálculos trabajaremos con dicho monitor debido a que se encuentra elevado sobre el rack y en este caso sería el más alejado.

Nota: En los cálculos que se realicen en este capítulo se utilizará el Sistema Inglés de Unidades, pero se darán los datos y resultados más importantes en el Sistema Internacional de Unidades.

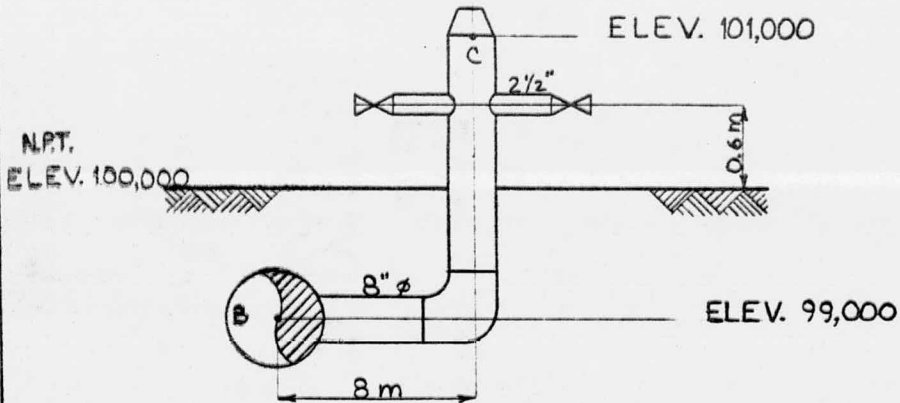
V.1.a Obtención del diámetro del anillo exterior y sus caídas de presión (del punto A al punto B). Ver figura No.23

Con el gasto mínimo recomendado de 6000 GPM ($22.71 \text{ m}^3/\text{min}$) para el área más peligrosa y la velocidad entre 6 y 12 $\frac{\text{pies}}{\text{seg}}$ (1.8 y 3.6 m/seg) obtendremos el diámetro del anillo exterior. De la tabla No. 3 (flujo de agua a través de tubo de acero al carbón Ced. 40) buscamos el gasto de 6000 GPM en la primer columna, posteriormente nos desplazamos hacia la derecha y vemos que existen dos valores de velocidad que son: 10.89 y 8.61 pies/seg; y los valores de las caídas de presión por cada 100 pies de longitud de tubo ($\Delta P_x 100 \text{ pies}$): 0.877 y 0.483 lb/pulg², para los diámetros de 16" y 18" (0.406 y 0.457 m) respectivamente, por lo que trabajaremos con diámetro de 16" (0.406 m)

PLANTA



ELEVACION



ENEP ARAGON

TESIS
PROFESIONAL

SISTEMAS DE
AGUA CONTRA
INCENDIO

RAFAEL GOMEZ HERMIDA

No. CTA.
7500780-7

ACOT: m

ESC: SIN

FIG. No. 23

Tabla No.3.-Flujo de agua a través de tubo de acero,cédula 40

Descarga		Caída de presión por cada 100 pies v velocidad a 60°F															
GPM	pie ³ seg	1/4"		3/8"		1/2"		3/4"		1"		1 1/4"		1 1/2"			
		V	ΔP	V	ΔP	V	ΔP	V	ΔP	V	ΔP	V	ΔP	V	ΔP		
		pies	lb	pies	lb	pies	lb	pies	lb	pies	lb	pies	lb	pies	lb		
		seg	pulg	seg	pulg	seg	pulg	seg	pulg	seg	pulg	seg	pulg	seg	pulg		
.2	0.000446	1.13	1.86	0.616	0.359	0.424	0.262	0.317	0.204	0.231	0.148	0.171	0.109	0.128	0.082		
.3	0.000669	1.69	4.72	0.924	0.983	0.604	0.189	0.437	0.422	0.326	0.296	0.243	0.184	0.178	0.134		
.4	0.000891	2.26	6.98	1.23	1.41	0.807	0.348	0.568	0.556	0.423	0.403	0.311	0.236	0.211	0.158		
.5	0.001114	2.82	10.8	1.54	1.36	1.040	0.530	0.728	0.677	0.541	0.511	0.381	0.331	0.251	0.191		
.6	0.001337	3.39	14.7	1.85	1.29	1.01	0.751	0.833	0.740	0.613	0.583	0.443	0.393	0.293	0.223		
.8	0.001778	4.51	26.0	2.46	5.44	1.34	1.19	1.044	0.408	0.781	0.751	0.571	0.521	0.371	0.301		
1	0.00223	5.65	37.2	3.08	5.28	1.68	1.88	1.06	0.600	0.802	0.155	0.571	0.048	0.420	0.034		
2	0.00346	11.29	134.4	6.16	33.1	3.36	6.58	2.11	2.10	1.20	0.526	0.743	0.178	0.544	0.090		
3	0.00505	1.91	6.45	9.25	64.1	5.04	13.9	3.17	4.33	3.61	1.04	1.19	0.178	0.856	0.150		
4	0.00691	2.82	10.8	1.34	1.36	1.040	0.530	0.728	0.677	0.541	0.511	0.381	0.331	0.251	0.191		
5	0.00914	3.39	14.7	1.85	1.29	1.01	0.751	0.833	0.740	0.613	0.583	0.443	0.393	0.293	0.223		
6	0.0114	4.51	26.0	2.46	5.44	1.34	1.19	1.044	0.408	0.781	0.751	0.571	0.521	0.371	0.301		
10	0.0223	5.65	37.2	3.08	5.28	1.68	1.88	1.06	0.600	0.802	0.155	0.571	0.048	0.420	0.034		
15	0.0346	11.29	134.4	6.16	33.1	3.36	6.58	2.11	2.10	1.20	0.526	0.743	0.178	0.544	0.090		
20	0.0505	1.91	6.45	9.25	64.1	5.04	13.9	3.17	4.33	3.61	1.04	1.19	0.178	0.856	0.150		
25	0.0691	2.82	10.8	1.34	1.36	1.040	0.530	0.728	0.677	0.541	0.511	0.381	0.331	0.251	0.191		
30	0.0914	3.39	14.7	1.85	1.29	1.01	0.751	0.833	0.740	0.613	0.583	0.443	0.393	0.293	0.223		
35	0.114	4.51	26.0	2.46	5.44	1.34	1.19	1.044	0.408	0.781	0.751	0.571	0.521	0.371	0.301		
40	0.1337	5.65	37.2	3.08	5.28	1.68	1.88	1.06	0.600	0.802	0.155	0.571	0.048	0.420	0.034		
45	0.154	11.29	134.4	6.16	33.1	3.36	6.58	2.11	2.10	1.20	0.526	0.743	0.178	0.544	0.090		
50	0.177	1.91	6.45	9.25	64.1	5.04	13.9	3.17	4.33	3.61	1.04	1.19	0.178	0.856	0.150		
55	0.202	2.82	10.8	1.34	1.36	1.040	0.530	0.728	0.677	0.541	0.511	0.381	0.331	0.251	0.191		
60	0.228	3.39	14.7	1.85	1.29	1.01	0.751	0.833	0.740	0.613	0.583	0.443	0.393	0.293	0.223		
65	0.255	4.51	26.0	2.46	5.44	1.34	1.19	1.044	0.408	0.781	0.751	0.571	0.521	0.371	0.301		
70	0.283	5.65	37.2	3.08	5.28	1.68	1.88	1.06	0.600	0.802	0.155	0.571	0.048	0.420	0.034		
75	0.312	11.29	134.4	6.16	33.1	3.36	6.58	2.11	2.10	1.20	0.526	0.743	0.178	0.544	0.090		
80	0.342	1.91	6.45	9.25	64.1	5.04	13.9	3.17	4.33	3.61	1.04	1.19	0.178	0.856	0.150		
85	0.373	2.82	10.8	1.34	1.36	1.040	0.530	0.728	0.677	0.541	0.511	0.381	0.331	0.251	0.191		
90	0.405	3.39	14.7	1.85	1.29	1.01	0.751	0.833	0.740	0.613	0.583	0.443	0.393	0.293	0.223		
95	0.438	4.51	26.0	2.46	5.44	1.34	1.19	1.044	0.408	0.781	0.751	0.571	0.521	0.371	0.301		
100	0.472	5.65	37.2	3.08	5.28	1.68	1.88	1.06	0.600	0.802	0.155	0.571	0.048	0.420	0.034		
105	0.507	11.29	134.4	6.16	33.1	3.36	6.58	2.11	2.10	1.20	0.526	0.743	0.178	0.544	0.090		
110	0.543	1.91	6.45	9.25	64.1	5.04	13.9	3.17	4.33	3.61	1.04	1.19	0.178	0.856	0.150		
115	0.580	2.82	10.8	1.34	1.36	1.040	0.530	0.728	0.677	0.541	0.511	0.381	0.331	0.251	0.191		
120	0.618	3.39	14.7	1.85	1.29	1.01	0.751	0.833	0.740	0.613	0.583	0.443	0.393	0.293	0.223		
125	0.657	4.51	26.0	2.46	5.44	1.34	1.19	1.044	0.408	0.781	0.751	0.571	0.521	0.371	0.301		
130	0.697	5.65	37.2	3.08	5.28	1.68	1.88	1.06	0.600	0.802	0.155	0.571	0.048	0.420	0.034		
135	0.738	11.29	134.4	6.16	33.1	3.36	6.58	2.11	2.10	1.20	0.526	0.743	0.178	0.544	0.090		
140	0.780	1.91	6.45	9.25	64.1	5.04	13.9	3.17	4.33	3.61	1.04	1.19	0.178	0.856	0.150		
145	0.823	2.82	10.8	1.34	1.36	1.040	0.530	0.728	0.677	0.541	0.511	0.381	0.331	0.251	0.191		
150	0.867	3.39	14.7	1.85	1.29	1.01	0.751	0.833	0.740	0.613	0.583	0.443	0.393	0.293	0.223		
155	0.912	4.51	26.0	2.46	5.44	1.34	1.19	1.044	0.408	0.781	0.751	0.571	0.521	0.371	0.301		
160	0.958	5.65	37.2	3.08	5.28	1.68	1.88	1.06	0.600	0.802	0.155	0.571	0.048	0.420	0.034		
165	1.005	11.29	134.4	6.16	33.1	3.36	6.58	2.11	2.10	1.20	0.526	0.743	0.178	0.544	0.090		
170	1.053	1.91	6.45	9.25	64.1	5.04	13.9	3.17	4.33	3.61	1.04	1.19	0.178	0.856	0.150		
175	1.102	2.82	10.8	1.34	1.36	1.040	0.530	0.728	0.677	0.541	0.511	0.381	0.331	0.251	0.191		
180	1.152	3.39	14.7	1.85	1.29	1.01	0.751	0.833	0.740	0.613	0.583	0.443	0.393	0.293	0.223		
185	1.203	4.51	26.0	2.46	5.44	1.34	1.19	1.044	0.408	0.781	0.751	0.571	0.521	0.371	0.301		
190	1.255	5.65	37.2	3.08	5.28	1.68	1.88	1.06	0.600	0.802	0.155	0.571	0.048	0.420	0.034		
195	1.308	11.29	134.4	6.16	33.1	3.36	6.58	2.11	2.10	1.20	0.526	0.743	0.178	0.544	0.090		
200	1.362	1.91	6.45	9.25	64.1	5.04	13.9	3.17	4.33	3.61	1.04	1.19	0.178	0.856	0.150		
205	1.417	2.82	10.8	1.34	1.36	1.040	0.530	0.728	0.677	0.541	0.511	0.381	0.331	0.251	0.191		
210	1.473	3.39	14.7	1.85	1.29	1.01	0.751	0.833	0.740	0.613	0.583	0.443	0.393	0.293	0.223		
215	1.530	4.51	26.0	2.46	5.44	1.34	1.19	1.044	0.408	0.781	0.751	0.571	0.521	0.371	0.301		
220	1.588	5.65	37.2	3.08	5.28	1.68	1.88	1.06	0.600	0.802	0.155	0.571	0.048	0.420	0.034		
225	1.647	11.29	134.4	6.16	33.1	3.36	6.58	2.11	2.10	1.20	0.526	0.743	0.178	0.544	0.090		
230	1.707	1.91	6.45	9.25	64.1	5.04	13.9	3.17	4.33	3.61	1.04	1.19	0.178	0.856	0.150		
235	1.768	2.82	10.8	1.34	1.36	1.040	0.530	0.728	0.677	0.541	0.511	0.381	0.331	0.251	0.191		
240	1.830	3.39	14.7	1.85	1.29	1.01	0.751	0.833	0.740	0.613	0.583	0.443	0.393	0.293	0.223		
245	1.893	4.51	26.0	2.46	5.44	1.34	1.19	1.044	0.408	0.781	0.751	0.571	0.521	0.371	0.301		
250	1.957	5.65	37.2	3.08	5.28	1.68	1.88	1.06	0.600	0.802	0.155	0.571	0.048	0.420	0.034		
255	2.022	11.29	134.4	6.16	33.1	3.36	6.58	2.11	2.10	1.20	0.526	0.743	0.178	0.544	0.090		
260	2.088	1.91	6.45	9.25	64.1	5.04	13.9	3.17	4.33	3.61	1.04	1.19	0.178	0.856	0.150		
265	2.155	2.82	10.8	1.34	1.36	1.040	0.530	0.728	0.677	0.541	0.511	0.381	0.331	0.251	0.191		
270	2.223	3.39	14.7	1.85	1.29	1.01	0.751	0.833	0.740	0.613	0.583	0.443	0.393	0.293	0.223		
275	2.292	4.51	26.0	2.46	5.44	1.34	1.19	1.044	0.408	0.781	0.751	0.571	0.521	0.371	0.301		
280	2.362	5.65	37.2	3.08	5.28	1.68	1.88	1.06	0.600	0.802	0.155	0.571	0.048	0.420	0.034		
285	2.433	11.29	134.4	6.16	33.1	3.36	6.58	2.11	2.10	1.20	0.526	0.743	0.178	0.544	0.090		
290	2.505	1.91	6.45	9.25	64.1	5.04	13.9	3.17	4.33	3.61	1.04	1.19	0.178	0.856	0.150		
295	2.578	2.82	10.8	1.34	1.36	1.040	0.530	0.728	0.677	0.541	0.511	0.381	0.331	0.251	0.191		
300	2.652	3.39	14.7	1.85													

Datos:

Gasto (Q)=6000 GPM (22.71 m³/min)

Velocidad (V)=6 y 12 pies/seg (1.8 y 3.6 m/seg)

Valores obtenidos:

Diámetro (D)=16" (0.406 m)

Velocidad (V)=10.89 pies/seg (3.32 m/seg)

ΔP_x 100 pies = 0.877 lb/pulg² (6046.73 Pa)

La longitud del tramo de tubería de 16" (0.406 m) del punto A al punto B es: L=1033 pies (315 m)

En este caso se considera la ruta más crítica, dado que, si se obtiene la presión mínima requerida en este monitor, aseguramos que los demás monitores e hidrantes instalados nos entregarán dicha presión.

La caída de presión debida a las conexiones desde el punto A hasta el punto B se calculará de la siguiente manera:

De la tabla No.4 podemos obtener las longitudes equivalentes a tramos rectos de tubería, según el diámetro de las conexiones que tengamos.

3 codos 90° Radio Largo (R.L.)

D=16" (0.406 m)

L/D=20 (de tabla No. 4)

L=3 x 20 x 16/12

L=80 pies (24.38 m)

Tabla No.4.-Longitudes equivalentes en diámetros de tubería
(L/D) para válvulas y conexiones

Descripción		L/D	
Válvulas de compuerta	Cuña sólida	Totalmente abierta	13
		Tres cuartos abierta	35
	Doble disco	Mitad abierta	160
		Un cuarto abierta	900
Válvulas de mariposa	Totalmente abierta	40	
Codo 90° Radio Largo		20	
Tee estándar	Con flujo a través	20	
	Con flujo a ramal	60	
Retorno 180°		50	

La longitud total será

$$L_{\text{tot}} = L_{\text{tubo}} + L_{\text{conex}}$$

$$L_{\text{tot}} = 1033 + 80$$

$$L_{\text{tot}} = 1113 \text{ pies (339.2 m)}$$

Entonces la caída de presión en el tramo de tubería y conexiones será:

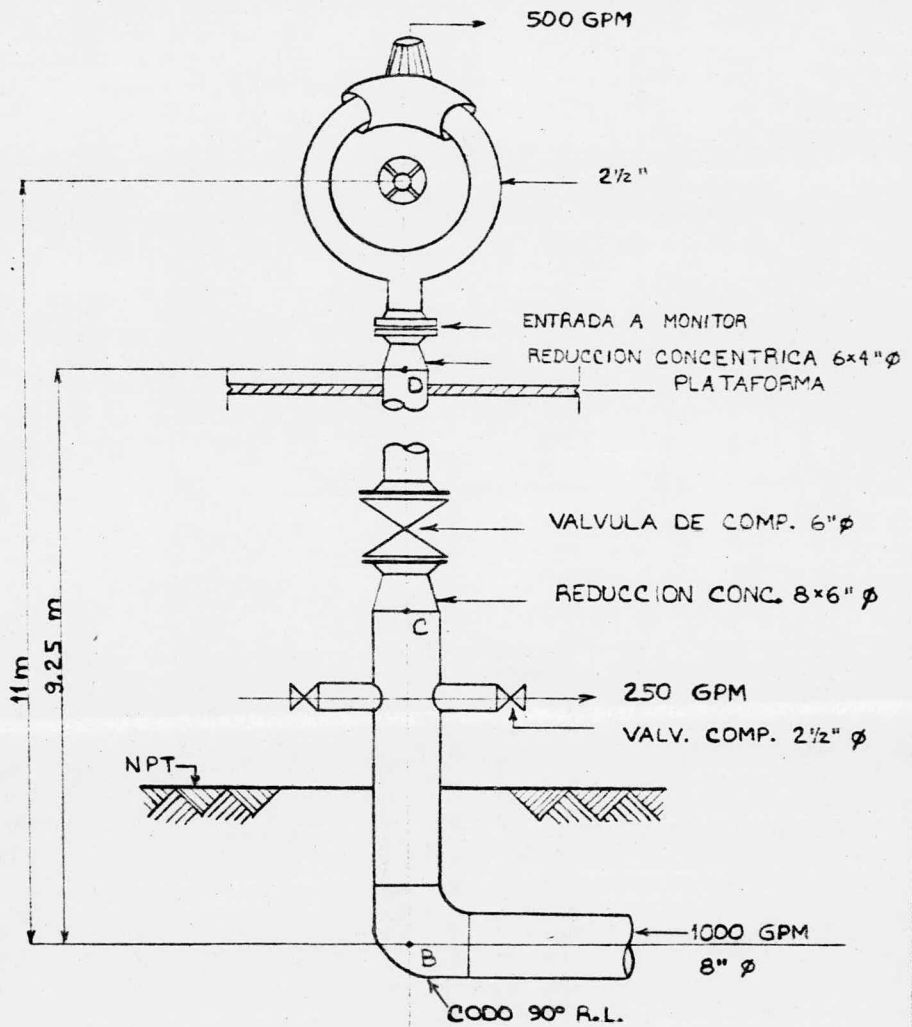
$$\Delta P_{x \text{ 100 pies}} = 0.877 \text{ lb/pulg}^2 \text{ (6046.73 Pa)}$$

$$\Delta P_{\text{tubo y conex}}^{16''} = \frac{L_{\text{tot}} \times \Delta P_{x \text{ 100 pies}}}{100} = \frac{1113 \times 0.877}{100}$$

$$\Delta P_{\text{tubo y conex}}^{16''} = 9.763 \text{ lb/pulg}^2$$

V.1.b Obtención del diámetro y caídas de presión del punto B al punto C. Ver figura No.24

Haciendo el mismo procedimiento que en el punto anterior se obtiene el diámetro del ramal que nos conduce al monitor. Como el monitor (hidrante integrado) va a manejar 1000 GPM (3.7854 m^3) buscamos la velocidad entre 6 y 12 pies/seg (1.8 y 3.6 m/seg) y observamos que existen dos valores que son: 11.10 y 6.41 pies/seg; y los valores de las caídas de presión por cada 100 pies de longitud de tubo ($\Delta P_{x \text{ 100 pies}}$): 2.68 y 0.675 lb/pulg², para los diámetros de 6" y 8" (0.152 y 0.203 m) respectivamente, por lo que trabajaremos con --- diámetro de 8" (0.203 m) debido a que habrá menor caída de presión.



ENEP "ARAGON"		
TESIS PROFESIONAL	SISTEMAS DE AGUA CONTRA INCENDIO	
RAFAEL GOMEZ HERMIDA	No. CTA. 7500780-7	
ACOT: m	ESC: SIN	FIG. No.: 24

Datos:

$$Q=1000 \text{ GPM } (3.785 \text{ m}^3/\text{min})$$

$$V=6 \text{ y } 12 \text{ pies/seg } (1.8 \text{ y } 3.6 \text{ m/seg})$$

Valores obtenidos:

$$D=8'' (0.203 \text{ m})$$

$$V=6.41 \text{ pies/seg } (1.95 \text{ m/seg})$$

$$\Delta P_x 100 \text{ pies} = 0.675 \text{ lb/pulg}^2 (4653.99 \text{ Pa})$$

La longitud del tramo de tubería del punto B al punto C es: $L=32.8 \text{ pies } (10 \text{ m})$

La caída de presión del punto B al punto C se calculará obteniendo las longitudes equivalentes para las conexiones.

1 Tee (flujo a ramal)

$$D=8'' (0.203 \text{ m})$$

$$L/D=60$$

$$L=40 \text{ pies } (12.19 \text{ m})$$

2 Tee (flujo a través)

$$D=8'' (0.203 \text{ m})$$

$$L/D=20$$

$$L=26.67 \text{ pies } (8.13 \text{ m})$$

1 codo 90° R.L.

D=8" (0.203 m)

L/D=20

L=13.3 pies (4.05 m)

La longitud total será:

$$L_{\text{tot}} = L_{\text{tubo}} + L_{\text{conex}}$$

$$= 32.8 + 40 + 26.67 + 13.3$$

$$L_{\text{tot}} = 112.77 \text{ pies (34.37 m)}$$

Entonces la caída de presión en el tramo de tubería y conexiones será:

$$\Delta P_{\text{x 100 pies}} = 0.675 \text{ lb/pulg}^2 (4653.99 \text{ Pa})$$

$$\Delta P_{\text{tubo y conex}} = \frac{L_{\text{tot}} \times \Delta P_{\text{x 100 pies}}}{100}$$

$$8''$$

$$= \frac{112.77 \times 0.675}{100}$$

$$\Delta P_{\text{tubo y conex}} = 0.76 \text{ lb/pulg}^2 (5240 \text{ Pa})$$

$$8''$$

V.1.c Obtención del diámetro y caída de presión del punto C al punto D. Ver figura No.24

Haciendo el mismo procedimiento que en el primer caso te nemos lo siguiente:

Datos:

$$Q=500 \text{ GPM } (1.89 \text{ m}^3/\text{min})$$

$$V=6 \text{ y } 12 \text{ pies/seg}$$

Valores obtenidos:

$$D=6" (0.152 \text{ m})$$

$$V=5.55 \text{ pies/seg } (1.69 \text{ m/seg})$$

$$\Delta P_{x \text{ 100 pies}} = 0.72 \text{ lb/pulg}^2 (4964.25 \text{ Pa})$$

A pesar de que la velocidad no es la requerida se elige este diámetro, ya que, como observamos en la tabla No. 3, el diámetro de 5" (0.127 m) cumple con la velocidad requerida, pero éste no es comercial.

La caída de presión del punto C al punto D se calculará de la siguiente manera:

1 reducción concéntrica 8" x 6" (0.203 x 0.152 m)

$$\frac{D_1}{D_2} = \frac{6}{8} = 0.75$$

Con esta relación obtenemos el coeficiente de resistencia k para una contracción en la tabla No. 5

$$k=0.18$$

Con este valor y el diámetro $D=8"$ (0.203 m) encontramos la relación L/D en la tabla No. 6

$$L/D=13.5$$

Por lo tanto:

$$L = \frac{13.5 \times 8"}{12}$$

$$L=9 \text{ pies } (2.74 \text{ m})$$

Tabla No. 5.- Resistencia a fluir en ampliaciones y reducciones repentinas.

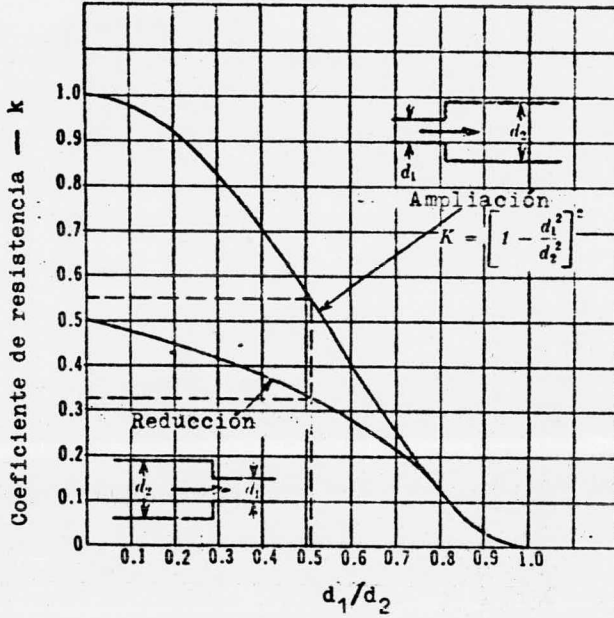
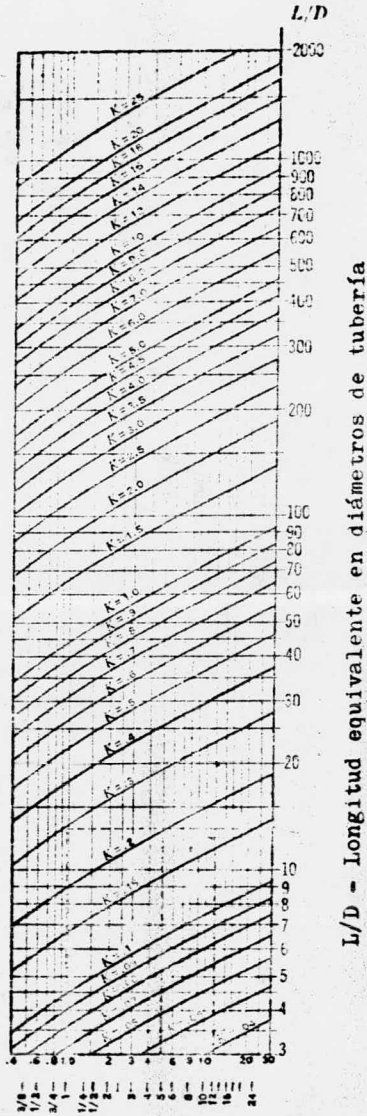
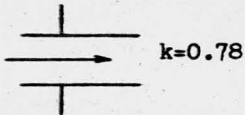


Tabla No.6.- Longitudes equivalentes en diámetros de tubería
(L/D)

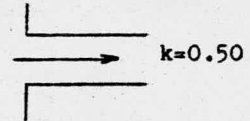


Diámetro interior de tubo (pulgadas),
cédula 40.

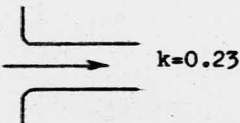
Tabla No. 7.- Resistencia a fluir para entradas y salidas de tubería.



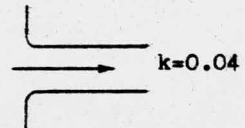
Entrada con tubo
proyectado inte-
riormente.



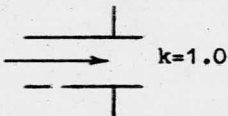
Entrada con corte afi-
lado.



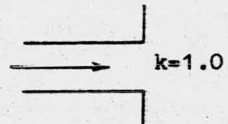
Entrada redonde-
ada ligeramente.



Entrada bien redon-
deada.



Salida con proyección
de tubo.



Salida con corte afi-
lado.



Salida redondeada.

1 válvula de compuerta (totalmente abierta)

$$D=6'' \text{ (0.152 m)}$$

$$L/D=13$$

$$L=6.5 \text{ pies (1.98 m)}$$

La longitud de tramo de tubería del punto C al punto D es:

$$L=23.8 \text{ pies (7.25 m)}$$

La longitud total será:

$$L_{\text{tot}}=L_{\text{tubo}} + L_{\text{conex}}$$

$$=23.8 + 9 + 6.5$$

$$L_{\text{tot}}=39.3 \text{ pies (11.97 m)}$$

Entonces la caída de presión en el tramo de tubería y conexiones será:

$$\Delta P_{x \text{ 100 pies}}=0.72 \text{ lb/pulg}^2 \text{ (4964.25 Pa)}$$

$$\Delta P_{\text{tubo y conex}}^{\text{6''}} = \frac{L_{\text{tot}} \times \Delta P_{x \text{ 100 pies}}}{100}$$

$$= \frac{39.3 \times 0.72}{100}$$

$$\Delta P_{\text{tubo y conex}}^{\text{6''}}=0.28 \text{ lb/pulg}^2 \text{ (1930.54 Pa)}$$

V.1.d Obtención de las caídas de presión del punto D a la salida de la boquilla. Ver figura No.24

Datos:

$$Q=500 \text{ GPM } (1.89 \text{ m}^3/\text{min})$$

$$V=6 \text{ y } 12 \text{ pies/seg } (1.8 \text{ y } 3.6 \text{ m/seg})$$

Valores obtenidos:

$$D=4'' (0.102 \text{ m})$$

$$V=12.6 \text{ pies/seg } (3.84 \text{ m/seg})$$

$$\Delta P_x 100 \text{ pies} = 5.65 \text{ lb/pulg}^2 (38955.62 \text{ Pa})$$

1 reducción concéntrica 6" x 4" (0.152 x 0.102 m)

$$\frac{D_1}{D_2} = \frac{4}{6} = 0.66$$

$$k=0.25 \text{ (De tabla No. 5)}$$

$$L/D=17 \text{ (De tabla No. 6)}$$

$$L=8.5 \text{ pies } (2.6 \text{ m})$$

Entrada a monitor

$$D=4'' (0.102 \text{ m})$$

$k=1$ (De tabla No. 7 , cuando el fluido entra y tiene salidas redondeadas).

$$L/D=60$$

$$L=20 \text{ pies } (6.096 \text{ m})$$

La longitud total será:

$$L_{\text{tot}} = L_{\text{conex}}$$

$$= 8.5 + 20$$

$$L_{\text{tot}} = 28.5 \text{ pies} (8.69 \text{ m})$$

Entonces la caída de presión en las conexiones de 4" será:

$$\Delta P_{x \text{ 100 pies}} = 5.65 \text{ lb/pulg}^2 (38955.62 \text{ Pa})$$

$$\begin{aligned} \Delta P_{\text{conex}}^{4"} &= \frac{L_{\text{tot}} \times \Delta P_{x \text{ 100 pies}}}{100} \\ &= \frac{28.5 \times 5.65}{100} \end{aligned}$$

$$\Delta P_{\text{conex}}^{4"} = 1.61 \text{ lb/pulg}^2 (11100.63 \text{ Pa})$$

1 retorno de 180° R.C.

Datos:

$$Q = 250 \text{ GPM} (0.946 \text{ m}^3/\text{min})$$

$$D = 2 \frac{1}{2}" (0.063 \text{ m})$$

Valores obtenidos:

$$V \approx 17 \text{ pies/seg} (5.18 \text{ m/seg})$$

$$\Delta P_{x \text{ 100 pies}} = 17 \text{ lb/pulg}^2 (117211.6 \text{ Pa})$$

$$L/D = 50 \text{ (De tabla No. 4)}$$

$$L = 10.4 \text{ pies} (3.17 \text{ m})$$

Entonces la caída de presión será:

$$\begin{aligned} \Delta P_{\text{ret}}^{180^\circ} &= \frac{L \times \Delta P_{x \text{ 100 pies}}}{100} \\ &= \frac{10.4 \times 17}{100} = 1.77 \text{ lb/pulg}^2 (12203.8 \text{ Pa}) \end{aligned}$$

1 Tee a boquilla (flujo a ramal)

$$D=2 \frac{1}{2}''$$

$$L/D=60$$

$$L=12.5 \text{ pies (3.81 m)}$$

$$\Delta P_x \text{ 100 pies} \approx 17 \text{ lb/pulg}^2 \text{ (117211.6 Pa)}$$

Entonces la caída de presión será:

$$\Delta P_{\text{tee}} = \frac{L \times \Delta P_x \text{ 100 pies}}{100} = \frac{12.5 \times 17}{100}$$

$$\Delta P_{\text{tee}} = 2.13 \text{ lb/pulg}^2 \text{ (14685.92 Pa)}$$

Por último, si se tiene que por cada 10 m columna de --
agua existe una caída de presión de $1 \text{ Kg/cm}^2 = 14.22 \text{ lb/pulg}^2$
(98044.05 Pa), para 11 m columna de agua obtendremos:

$$\Delta P = 15.64 \text{ lb/pulg}^2 \text{ (107834.67 Pa)}$$

Por lo tanto, la caída de presión total hasta la salida
del monitor será:

$$\begin{aligned} \Delta P_{\text{total}} = & \Delta P_{\text{tubo y conex 16''}} + \Delta P_{\text{tubo y conex 8''}} + \Delta P_{\text{tubo y conex 6''}} + \Delta P_{\text{conex 4''}} + \\ & + \Delta P_{\text{tee a boq}} + \Delta P_{\text{altura}} \end{aligned}$$

$$= (9.73 + 0.76 + 0.28 + 1.61 + 2.13 + 15.64) \text{ lb/pulg}^2$$

$$\Delta P_{\text{total}} = 30.183 \text{ lb/pulg}^2 \text{ (208105.75 Pa)}$$

De acuerdo a dicha caída de presión total, vemos que, si
requerimos de 100 lb/pulg^2 (689480 Pa) a la salida del moni
tor, debe existir una presión a la entrada del anillo que
cubra esta presión, y además, las caídas de presión por --
fricción a lo largo de la tubería y las conexiones, es de-

cir:

$$100 + 30.183 = 130.183 \text{ lb/pulg}^2 \text{ (897585 Pa)}$$

Si observamos en la tabla siguiente, para un gasto de 500 GPM ($1.89 \text{ m}^3/\text{min}$), chorro con niebla estrecha y presión de 100 lb/pulg^2 (689480 Pa), el chorro tendrá un alcance - de 97 pies (29.6 m), ésto es, trabajando con las condiciones más críticas.

Datos de flujo en boquillas

			Descarga (GPM)			Alcance (pies)		
Tipo de boquillas	GPM	Tipo de chorro	Presión en la boquilla $\frac{\text{lb}}{\text{pulg}^2}$			Presión en la boquilla $\frac{\text{lb}}{\text{pulg}^2}$		
			60	80	100	60	80	100
CJ	500	chorro directo	396	464	516	142	158	173
CJ-RC		niebla angosta				77	87	97
CJB		niebla ancha				44	52	60
CJN	750	chorro directo	596	680	750	184	212	238
CJN-RC		niebla angosta				125	144	160
CJNB		niebla ancha				71	83	95

V.2 Cálculo de la caída de presión hasta la salida del hidrante (H-4).

En este caso trabajaremos con el primero que esté a -- nuestro alcance, según nuestro punto A de alimentación. Para la evaluación de dichas caídas de presión por fricción se ha dividido en etapas. Ver figura No.25

V.2.a Caída de presión del punto A al punto B. Ver figura No.25(a)

Datos:

$$Q=6000 \text{ GPM } (22.71 \text{ m}^3/\text{min})$$

Valores obtenidos:

$$D=16" (0.406 \text{ m})$$

$$V=10.89 \text{ pies/seg } (3.32 \text{ m/seg})$$

$$\Delta P_x 100 \text{ pies} = 0.877 \text{ lb/pulg}^2 (6046.73 \text{ Pa})$$

La longitud del tramo de tubería de 16" (0.406 m) es:

$$L=190.24 \text{ pies } (58 \text{ m})$$

La longitud equivalente de las conexiones será:

1 codo R.L.

$$D=16" (0.406 \text{ m})$$

$$L/D=20$$

$$L=26.67 \text{ pies } (8.13 \text{ m})$$

La longitud total será:

$$L_{\text{tot}} = L_{\text{tubo}} + L_{\text{codo}}$$

$$L_{\text{tot}} = 190.24 + 26.67 = 216.91 \text{ pies (66.11 m)}$$

$$\Delta P_{\text{tubo y conex}}^{16''} = \frac{L_{\text{tot}} \times \Delta P \times 100 \text{ pies}}{100}$$

$$\Delta P_{\text{tubo y conex}}^{16''} = \frac{216.91 \times 0.877}{100} = 1.9 \text{ lb/pulg}^2 \text{ (13100.2 Pa)}$$

V.2.b Caída de presión del punto B al punto C. Ver figura No.25 (b)

Gasto requerido:

$$Q = 500 \text{ GPM (1.89 m}^3\text{/min)}$$

Diámetro interior del hidrante:

$$D_{\text{int}} = D_{\text{ext}} - 2(\text{espesor})$$

$$D_{\text{int}} = 6.625 - 2(0.28) = 6.065 \text{ pulg}$$

La velocidad del agua en la tubería se determina por la siguiente fórmula:

$$V = 0.408 \frac{Q}{D^2}$$

$$= 0.408 \frac{500}{(6.065)^2}$$

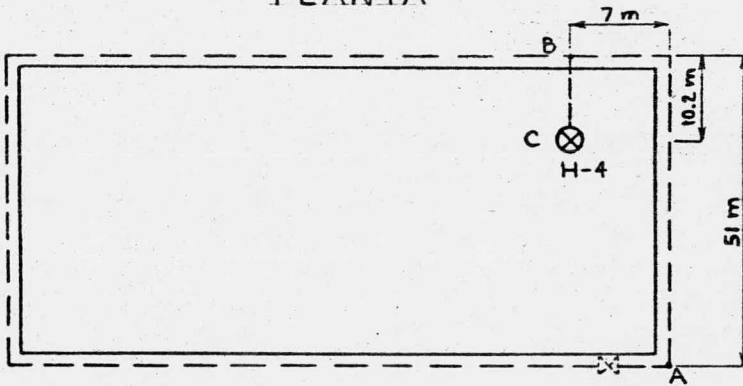
$$V = 5.55 \text{ pies/seg (1.69 m/seg)}$$

Determinación del número de Reynolds (Re) por la siguiente fórmula:

$$Re = 123.9 \frac{DV}{\mu}$$

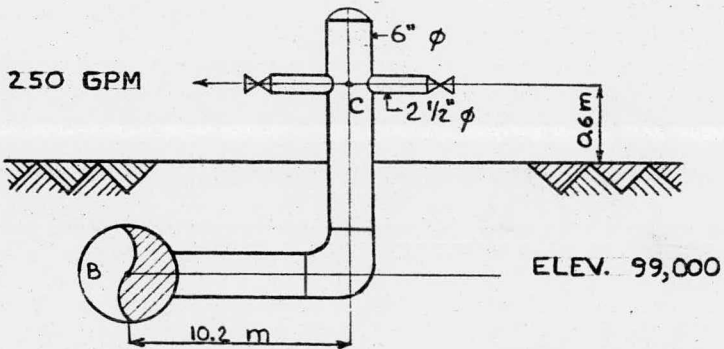
a)

PLANTA



b)

ELEVACION



ENEP ARAGON

TESIS
PROFESIONAL

SISTEMAS DE
AGUA CONTRA
INCENDIO

RAFAEL GOMEZ HERMIDA

N.º CTA
7500780-7

ACOT: m

ESC: SIN

FIG. N.º 25

Las propiedades del agua (μ =viscosidad y ρ =densidad), a la temperatura ambiente de 59°F (288°K) se toman de las tablas No. 8 y No.9 , respectivamente.

$$\mu = 1.15 \text{ Centipoise } (1.15 \times 10^{-3} \text{ lb} \cdot \text{seg})$$

$$\rho = 62.374 \text{ lb/pie}^3 (999.14 \text{ Kg/m}^3)$$

Por lo tanto:

$$Re = 123.9 \frac{(6.065)(5.55)(62.374)}{1.15} = 2.262043 \times 10^5$$

Con el número de Reynolds y el diámetro del tubo se determinará el factor de fricción (f) del diagrama de Moody (tabla No.10).

$$f = 0.0175$$

La longitud del tramo de tubería de 6" es:

$$L = 38.7 \text{ pies } (11.8 \text{ m})$$

La longitud equivalente de las conexiones será:

$$1 \text{ codo } 90^\circ \text{R.L.}$$

$$D = 6" (0.152 \text{ m})$$

$$L/D = 20$$

$$L = 10 \text{ pies } (3.048 \text{ m})$$

$$1 \text{ Tee (flujo a ramal)}$$

$$D = 6"$$

$$L/D = 60$$

$$L = 30 \text{ pies } (9.144 \text{ m})$$

La longitud total será:

$$L_{\text{tot}} = L_{\text{tubo}} + L_{\text{conex}}$$

Tabla No.8.- Viscosidad del agua y de algunos productos
petroquímicos.

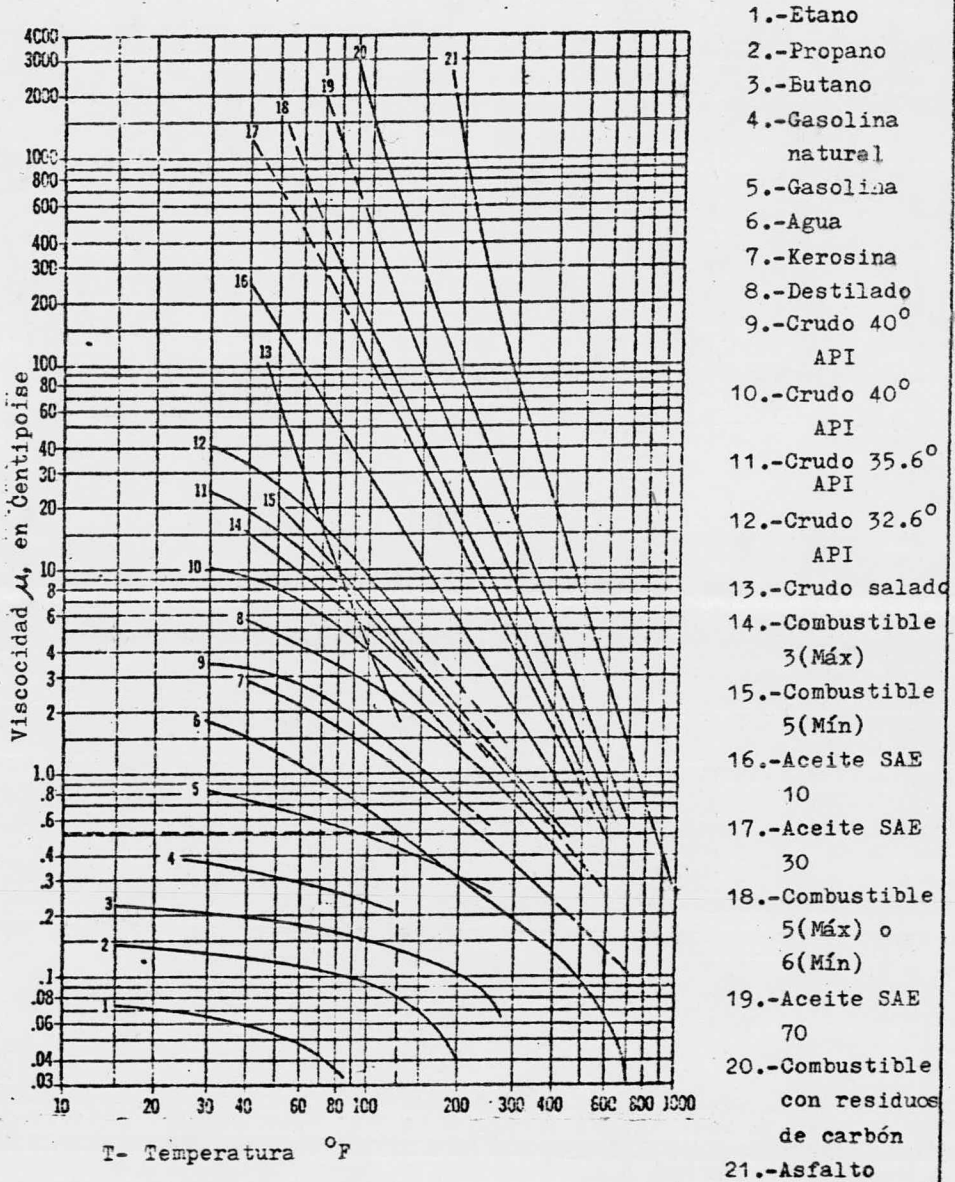


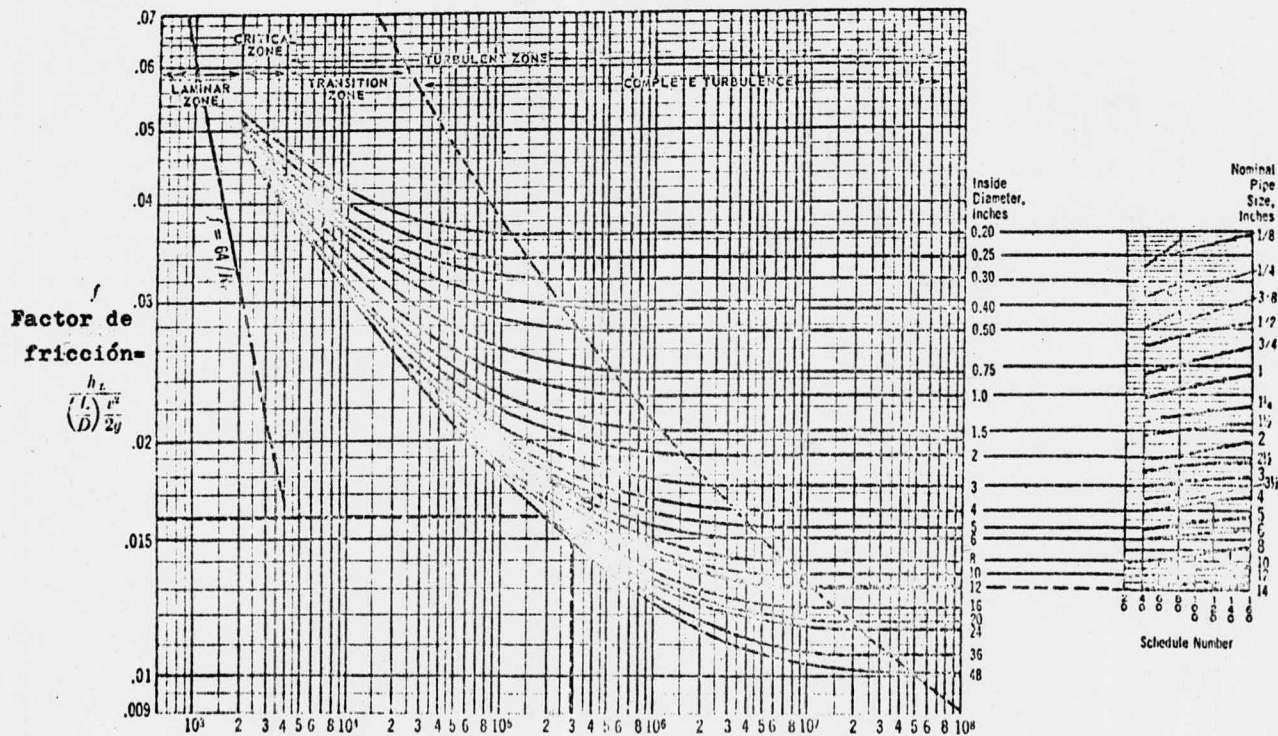
Tabla No.9.- Propiedades físicas del agua

Temperatura T °Farenheit	Presión de Saturación P' lb/pulg ² Abs.	Volumen Es pecífico V pies ³ /lb	Densidad ρ lb/pie ³	Peso lb/galón
32	0.08859	0.016022	62.414	8.3436
40	0.12163	0.016019	62.426	8.3451
50	0.17796	0.016023	62.410	8.3440
60	0.25611	0.016033	62.371	8.3378
70	0.36292	0.016050	62.305	8.3290
80	0.50683	0.016072	62.228	8.3176
90	0.69813	0.016099	62.146	8.3037
100	0.94924	0.016130	61.996	8.2877
110	1.2750	0.016165	61.852	8.2698
120	1.6927	0.016205	61.713	8.2498
130	2.2230	0.016247	61.550	8.2280
140	2.8892	0.016293	61.376	8.2048
150	3.7184	0.016343	61.188	8.1797
160	4.7414	0.016395	60.994	8.1537
170	5.9925	0.016451	60.787	8.1260
180	7.5116	0.016510	60.569	8.0969
190	9.340	0.016572	60.343	8.0667
200	11.526	0.016637	60.107	8.0351
210	14.123	0.016705	59.852	8.0024
212	14.696	0.016719	59.812	7.9957
220	17.186	0.016775	59.613	7.9690
240	24.968	0.016926	59.081	7.8979
260	35.427	0.017089	58.517	7.8226
280	49.200	0.017264	57.924	7.7433
300	67.605	0.01745	57.307	7.6608
350	134.604	0.01799	55.526	7.4308
400	247.259	0.01864	53.648	7.1717
450	422.55	0.01943	51.467	6.8801
500	680.86	0.02043	48.948	6.5433
550	1045.43	0.02176	45.956	6.1434
600	1543.2	0.02364	42.301	5.6548
650	2208.4	0.02674	37.397	4.9993
700	3094.3	0.03662	27.307	3.6505

La gravedad específica del agua a 60°F=1.0

El peso por galón está basado en 7.48 galones por pie cúbico.

Tabla No.10.- Factor de fricción para tubo de acero comercial



$$Re = \text{Número de Reynolds} = \frac{D V \rho}{\mu}$$

$$L_{\text{tot}} = 38.7 + 10 + 30 = 78.7 \text{ pies (23.99 m)}$$

Por la fórmula de D'Arcy determinaremos la caída de presión:

$$\Delta P = 0.1863 \frac{fLV^2}{D}$$

$$= 0.1863 \frac{(0.0175)(78.7)(5.55)^2}{6.065}$$

$$\Delta P = 1.3 \text{ pies columna de agua (3885.7 Pa)}$$

V.2.c Caída de presión del punto C a la salida del hidrante.

Gasto requerido:

$$Q = 250 \text{ GPM (0.946 m}^3\text{/min)}$$

Diámetro interior:

$$D_{\text{int}} = 2.875 - 2(0.203) = 2.47 \text{ pulg}$$

Velocidad del agua:

$$V = 0.408 \frac{250}{(2.47)^2} = 16.71 \text{ pies/seg (5.093 m/seg)}$$

El número de Reynolds:

$$Re = 123.9 \frac{(2.47)(16.71)(62.374)}{1.15}$$

$$Re = 2.7736424 \times 10^5$$

El factor de fricción:

$$f = 0.0196$$

La longitud del tramo de tubería de 2 1/2" (0.063 m) es:

$$L = 1 \text{ pie (0.3048 m)}$$

La longitud equivalente de las conexiones será :



ENEP ARAGON

1 Tee (flujo a ramal)

D=2 1/2" (0.063 m)

L/D=60

L=12.5 pies (3.81 m)

1 válvula de compuerta

D=2 1/2" (0.063 m)

L/D=13

L=2.7 pies (0.822 m)

La longitud total será:

$$L_{\text{tot}} = L_{\text{tubo}} + L_{\text{conex}}$$

$$L_{\text{tot}} = 1 + 12.5 + 2.7 = 16.2 \text{ pies (4.94 m)}$$

Por la fórmula de D'Arcy determinaremos la caída de presión.

$$\begin{aligned} \Delta P &= 0.1863 \frac{fLV^2}{D^5} \\ &= 0.1863 \frac{(0.0196)(16.2)(16.71)^2}{2.47} \end{aligned}$$

$$\Delta P = 6.69 \text{ pies columna de agua (19996.41 Pa)}$$

V.2.d Caída de presión en la manguera

Q=250 GPM (0.946 m³/min)

D=2 1/2" (0.063 m)

L=49.2 pies (15 m)

Como se observa en la tabla No.11 , la caída de presión por cada 100 pies de longitud en mangueras de 2 1/2" es de 14.15 lb/pulg², así que, para 49.2 pies (15 m) de longitud tendremos:

$$\Delta P_{\text{mang}} = 6.96 \text{ lb/pulg}^2 \text{ (47987.8 Pa)}$$

Por último, si se tiene que por cada 10 m columna de agua existe una caída de presión de 1Kg/cm²=14.22 lb/pulg²(98044.05 Pa), para 1.6 m obtendremos:

$$\Delta P = 2.27 \text{ lb/pulg}^2 \text{ (15651.2 Pa)}$$

Por lo tanto, la caída de presión hasta la salida del hidrante será:

$$\Delta P_h = \Delta P_{\text{tubo y conex } 16"} + \Delta P_{\text{tubo y conex } 6"} + \Delta P_{\text{tubo y conex } 2 \frac{1}{2}"} +$$

$$\Delta P_{\text{manguera}} + \Delta P_{\text{altura}}$$

$$\Delta P_h = (13,100.12 + 3,885.7 + 19,996.41 + 47,987.8 + 15,651) \text{ Pa}$$

$$\Delta P_h = 100,621 \text{ Pa (14.6 lb/pulg}^2\text{)}$$

De acuerdo a estas caídas de presión, si a la entrada del anillo nos entregan una presión superior a dichas caídas, no habrá ninguna dificultad en el funcionamiento del sistema.

Tabla No.11.- Pérdidas por fricción en las mangueras
de los hidrantes

Pérdidas por cada 100 pies de longitud lb/pulg ²		
Gasto (GPM)	Una línea 2 1/2"	Dos líneas 2 1/2"
200	9.1	2.3
220	10.5	2.6
240	13.0	3.2
260	15.3	3.8
280	17.7	4.4
300	20.3	5.1
325	23.8	6.0
350	27.6	6.9
375	31.7	7.9
400	36.0	9.1
425	40.8	10.2
450	45.7	11.4
475	51.0	12.8
500	56.4	14.1
550	68.3	17.1

V.3 Cálculo de la caída de presión hasta la salida del aspersor más lejano del sistema de agua contra incendio del tanque -- FA-301. Ver figura No.26a, e isométrico adjunto, (figura No.27)

Primeramente se determina el número de aspersores necesarios para cubrir el tanque.

Datos:

Diámetro exterior del tanque: $D=1.867$ m

Longitud del tanque: $L=6.096$ m

Gasto mínimo: $Q_{\text{mín}}=0.25$ GPM/pie² (10.1 m³/min x m²)

Area del tanque: $A= A_{\text{cilindro}} + A_{\text{cabezas}}$

$$A_{\text{cilindro}} = \pi DL$$

$$A_{\text{cabezas}} = 1.084 D^2 \text{ (cabezas del tipo semielípticas)}$$

Por lo tanto el área del tanque es:

$$A = \pi(1.867)(6.096) + 1.084 (1.867)^2$$

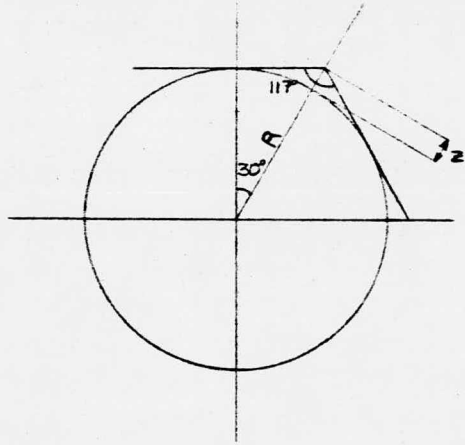
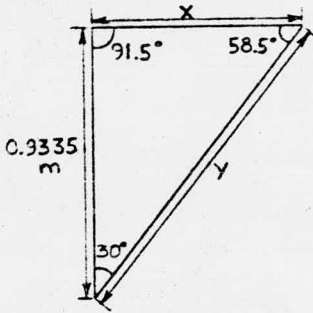
$$A = 39.53 \text{ m}^2 \text{ (425.5 pies}^2\text{)}$$

Con el área del tanque calculamos el gasto mínimo que es:

$$Q_{\text{mínimo}} = 0.25 \text{ GPM/pie}^2 \times 425.5 \text{ pie}^2 = 106.37 \text{ GPM (0.402 m}^3\text{/min)}$$

p/FA-301

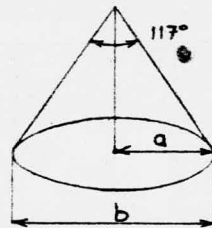
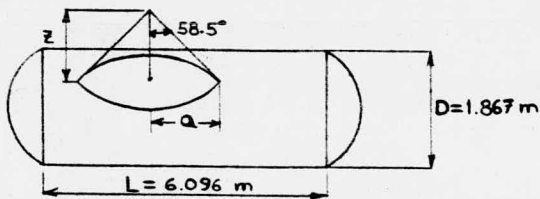
Ahora determinaremos la separación (z) que debe existir entre la superficie del tanque y las boquillas y de acuerdo a dicha separación, la separación (a) entre aspersores menos - el traslape de cada uno que es de 0.1 m, obtenemos el número de aspersores necesarios.



$$\frac{\text{Sen } 58.5^\circ}{0.9335} = \frac{\text{Sen } 30^\circ}{x} ; x = \frac{\text{Sen } 30^\circ}{\text{Sen } 58.5^\circ} (0.9335 \text{ m}) = 0.547 \text{ m}$$

$$\frac{\text{Sen } 58.5^\circ}{0.9335} = \frac{\text{Sen } 91.5^\circ}{y} ; y = \frac{\text{Sen } 91.5^\circ}{\text{Sen } 58.5^\circ} (0.9335 \text{ m}) = 1.094 \text{ m}$$

$$z = y - R ; z = 1.094 - 0.9335 = 0.1605 \text{ m}$$

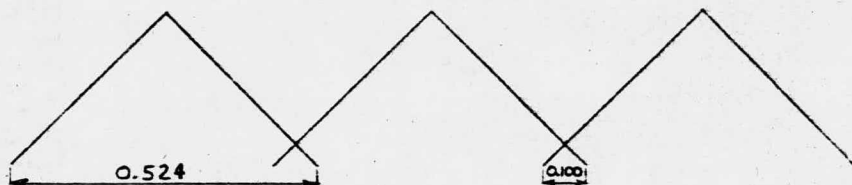


$$a = z \text{ Tan } 58.5^\circ = 0.1605 \text{ Tan } 58.5^\circ$$

$$a = 0.262 \text{ m}$$

Por lo tanto, el diámetro que va a alcanzar a cubrir cada uno de los aspersores es $b=0.524$ m, pero a esto le restamos 0.1 m de traslape, así que, la separación de cada uno de los aspersores será de :

$$0.524 - 0.1 = 0.424 \text{ m}$$



El número de aspersores necesarios será:

$$\frac{L_{\text{tanque}}}{0.424} = \frac{6.096}{0.424} = 14 \text{ aspersores}$$

Pero esto resulta antieconómico y además se requiere de un gasto mayor al disponible, por lo cual, se elevan 0.1 m las boquillas de aspersión y conservando el mismo ángulo de inclinación, para que de esta manera los aspersores cubran mayor área del tanque y por consiguiente se reduce el número de éstos.

Si $y=1.194$ m, entonces

$$z=0.2605 \text{ m}$$

$$a=z \tan 58.5^\circ = 0.425 \text{ m}$$

$$b=0.850 \text{ m}$$

y la separación entre aspersores será:

$$0.850 - 0.1 = 0.750 \text{ m}$$

De esta forma, el número de aspersores necesarios es:

$$\frac{L_{\text{tanque}}}{0.750} = \frac{6.096}{0.750} = 8 \text{ aspersores}$$

Esto quiere decir que el cabezal tendrá 8 aspersores por lado más 2 en cada una de las cabezas, como se muestra en la figura No.28

Posteriormente, si se dispone de 1000 GPM ($3.785 \text{ m}^3/\text{min}$) en esta área que es la de mayor riesgo, el gasto que vamos a requerir es:

$$Q_{1H7} = 7 (90.1 \text{ lpm}) = 630 \text{ lpm} (166.42 \text{ GPM})$$

$$Q_{1H11W} = 20 (115 \text{ lpm}) = 230 \text{ lpm} (607.6 \text{ GPM})$$

$$Q_{\text{requerido}} = 774 \text{ GPM} (3 \text{ m}^3/\text{min})$$

Con este gasto se puede determinar el diámetro del cabezal de aspersión, así como la caída de presión por cada 100 pies de longitud manteniendo la velocidad entre 6 y 12 pies/seg (1.8 y 3.6 m/seg).

La caída de presión del agua hasta el aspersor más lejano del tanque, indicado por un círculo y siguiendo la ruta mostrada en la figura No. 26a, e isométrico adjunto, (figura No. 27)

Datos:

$$Q = 800 \text{ GPM} (3.028 \text{ m}^3/\text{min})$$

$$V = 6 \text{ y } 12 \text{ pies/seg} (1.8 \text{ y } 3.6 \text{ m/seg})$$

Valores obtenidos:

$$D = 6" (0.152 \text{ m})$$

$$V = 8.88 \text{ pies/seg} (2.7 \text{ m/seg})$$

$$\Delta P_x \text{ 100 pies} = 1.75 \text{ lb/pulg}^2 (12066 \text{ Pa})$$

La longitud del tramo de tubería de 6" (0.152 m) es:

$L=143.2$ m (433.65 pies). Ver figura No.26b

La longitud equivalente de los accesorios de 6" (0.152 m) es:

16 codos 90° R.L.

$L/D=20$

$L=160$ pies (48.77 m)

4 tee (flujo a ramal)

$L/D=60$

$L=120$ pies (36.58 m)

6 tee (flujo a través)

$L/D=20$

$L=60$ pies (18.28 m)

5 válvulas de compuerta

$D=6$ " (0.152 m)

$L/D=13$

$L=32.5$ pies (10 m)

1 válvula de mariposa

$D=6$ " (0.152 m)

$L/D=40$

$L=20$ pies (6 m)

La longitud total es:

$$L_{\text{tot}} = L_{\text{tubo } 6"} + L_{\text{conex } 6"}$$

$$L_{\text{tot}} = 433.65 + (160 + 120 + 60 + 32.5 + 20) = 836.15 \text{ pies (255 m)}$$

Por lo tanto, la caída de presión será:

$$\Delta P_x \text{ 100 pies} = 1.75 \text{ lb/pulg}^2 \text{ (12066 Pa)}$$

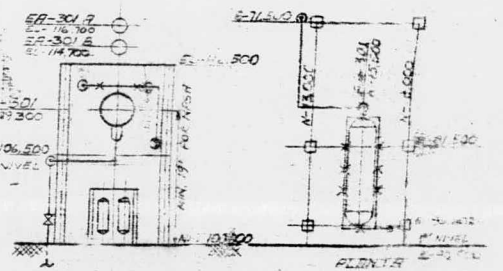
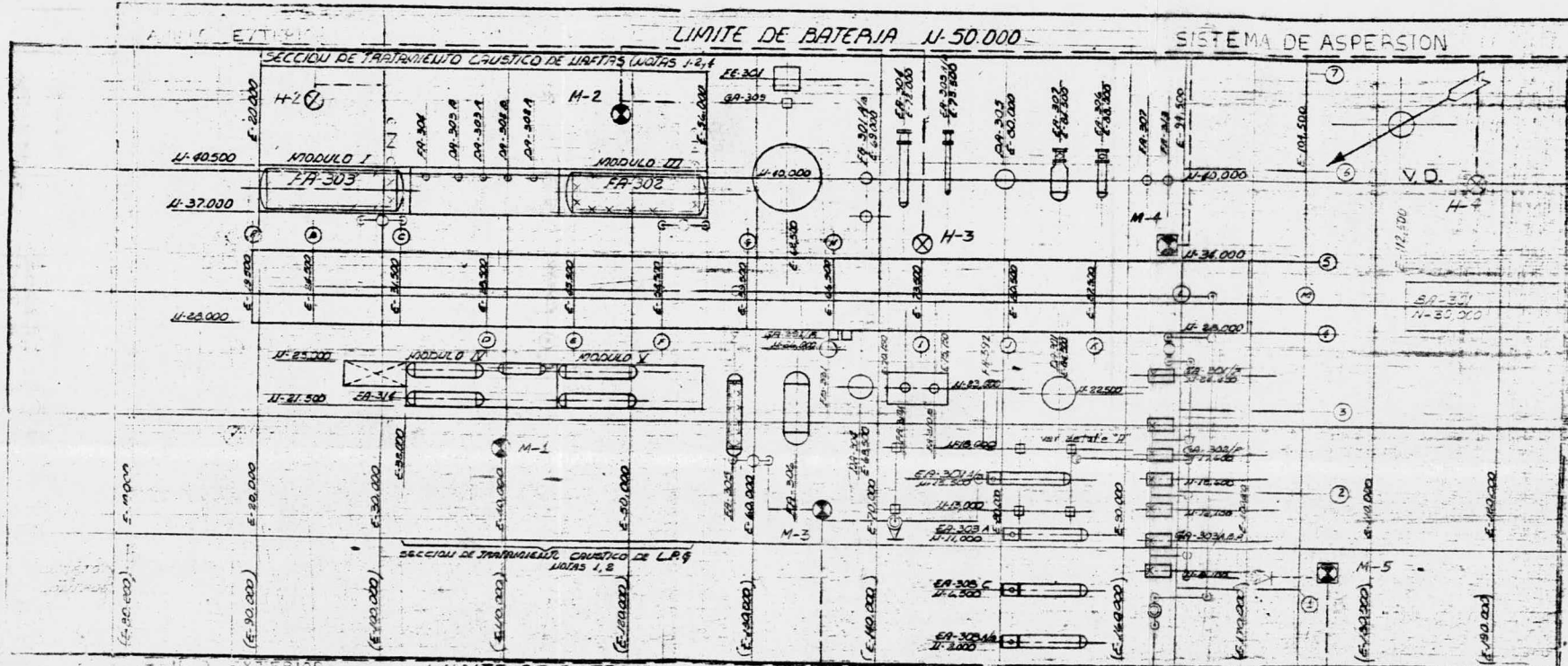
$$\Delta P_{\text{tubo y conex } 6"} = \frac{836.15 \times 1.75}{100} = 14.63 \text{ lb/pulg}^2 \text{ (100871 Pa)}$$

Y si decimos que por cada 10 m columna de agua existe una caída de presión de $1 \text{ Kg/cm}^2 = 14.22 \text{ lb/pulg}^2 (98044.05 \text{ Pa})$, para 11 m tendremos una $\Delta P = 1.1 \text{ kg/cm}^2 (15.6 \text{ lb/pulg}^2) (107559 \text{ Pa})$.

Así que la caída de presión total será:

$$\Delta P_{\text{tot}} = (14.63 + 15.6) \text{ lb/pulg}^2$$

$$\Delta P_{\text{tot}} = 30.23 \text{ lb/pulg}^2 (208430 \text{ Pa})$$



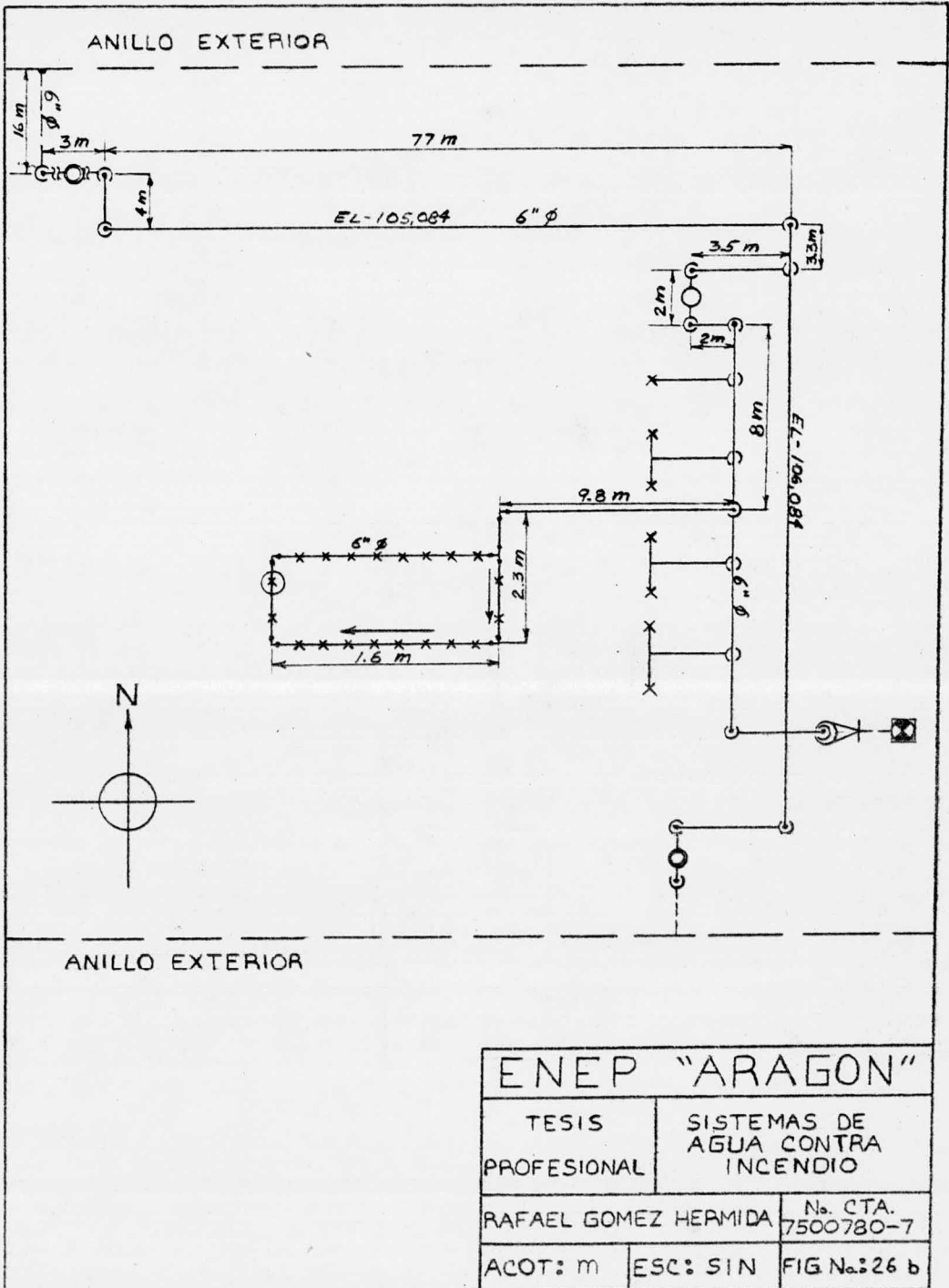
LIMITE DE BATERIA U-000.000 (L.B. PIA) DESF. ATMOSF. COU. 1185 U-121.000

SYMBOLS:

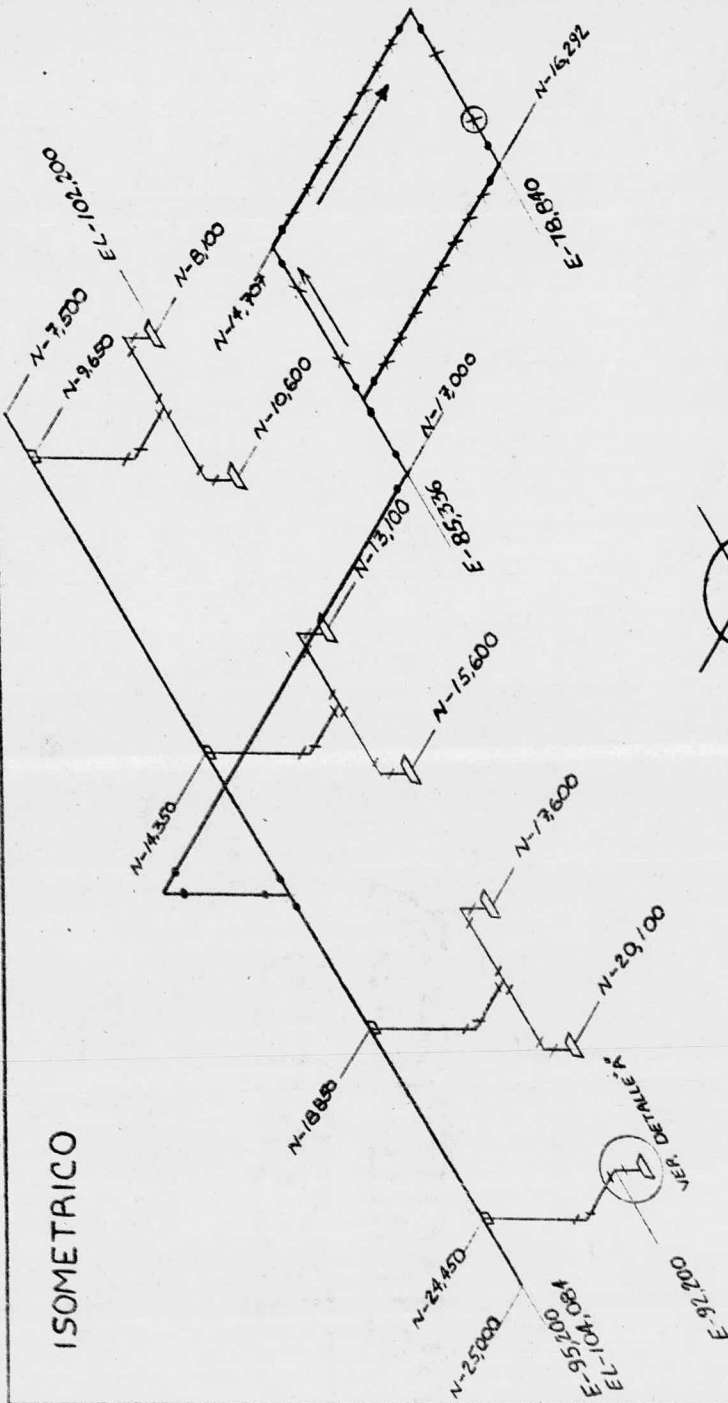
- ⊗ HIDRANTE CON 2 TOMAS PARA MANGUERA
- ⊙ MONITOR CON 2 TOMAS PARA MANGUERA OPERADO MANUALMENTE
- ⊠ MONITOR CON 2 TOMAS PARA MANGUERA OPERADO CON CADENA
- *** ASPERSORES

ENER "ARAGON"

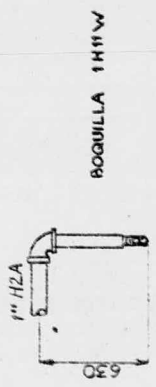
TESIS PROFESIONAL	SISTEMAS DE AGUA CONTRA INCENDIO
RAFAEL GOMEZ HERMIDA	No. CTA 7500750
ACOTR m/m	ESQ: (1:250) P. 3 No. 1



ISOMETRICO



ENEP "ARAGON"	
TESIS PROFESIONAL	SISTEMAS DE AGUA CONTRA INCENDIO
RAFAEL GOMEZ HERMIDA	Nº. C.T.A. 7500780-7
ACOT.: mm	ESC: SIN
	FIG. Nº.: 27

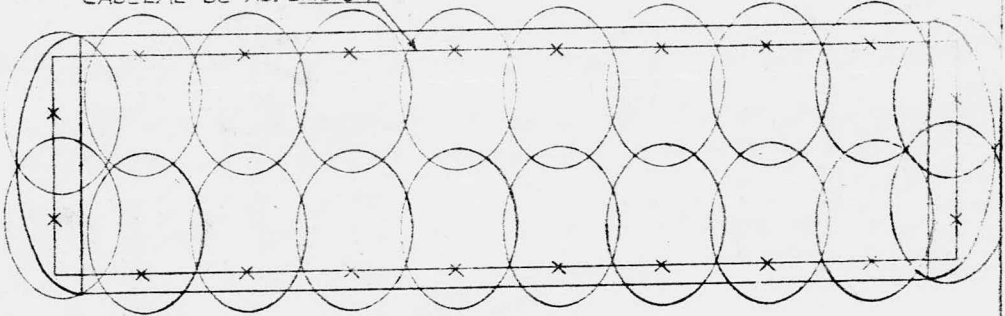


DETALLE "A"

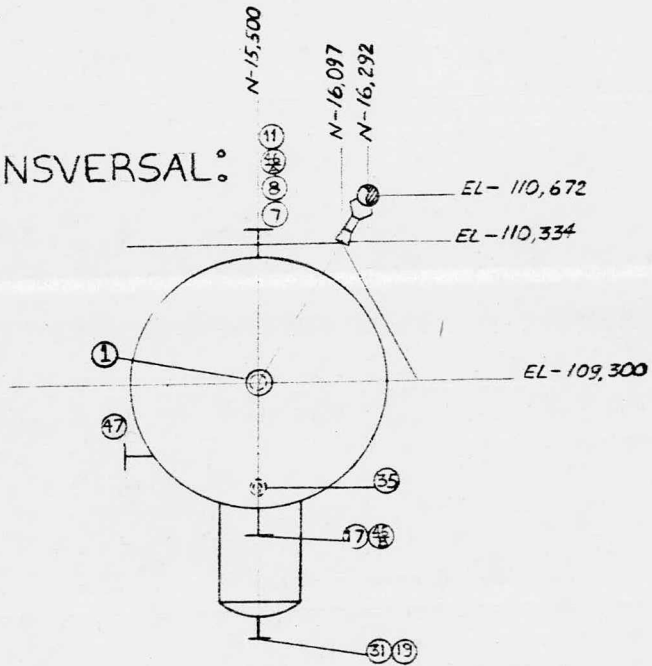
VISTA EN PLANTA:

FA-301

CABEZAL DE ASPERSION



VISTA TRANSVERSAL:



ENEP "ARAGON"		
TESIS PROFESIONAL	SISTEMAS DE AGUA CONTRA INCENDIO	
RAFAEL GOMEZ HERMIDA	No. CTA. 7500780-7	
ACOT:	ESC:	FIG. No. 28

En general, todo el personal de cualquier centro de trabajo de la Industria, tiene la obligación de conocer el funcionamiento y localización del equipo contra incendio para reportarlo cuando se encuentre en mal estado y debe estar capacitado para colaborar en caso de emergencia con el fin de preservar los bienes de la Industria.

VI.1 Inspección a redes y válvulas de agua contra incendio.- En las Refinerías y Plantas Petroquímicas, se tienen instaladas protecciones contra incendio a base de agua. Este flujo llega a las diferentes instalaciones a través de una red de tuberías.

Es fácil comprender que si por alguna razón accidental, cualquiera de las válvulas de este sistema, está cerrada, el agua no podrá fluir al lugar que se requiere para combatir el fuego. Esto es especialmente importante en el caso de válvulas que controlan sistemas de rociadores automáticos, debido a que se inutiliza el sistema y en caso de que alguien recuerde abrir la válvula cerrada, el fuego habrá aumentado y como consecuencia, causaría mayores daños.

Una práctica recomendable, es la de asignar a cada válvula un número para que pueda identificarse fácilmente, tanto en el campo como en los registros que se lleven acerca de su uso y de su estado mecánico.

Con objeto de no olvidar abrir las válvulas del sistema de agua contra incendio que tuvieron que cerrarse para --- efectuar trabajos de reparación, mantenimiento u otras razones, es conveniente usar el sistema de la "tarjeta roja", que consiste en colgar una etiqueta roja en un lugar visible de la válvula cerrada del sistema, la cual servirá como un aviso constante de que la válvula debe ser reabierta, después de la reparación o revisión; además es conveniente colocar aparte de la etiqueta un talón en un lugar en donde sirva como recordatorio para que el personal encargado de contra incendio abra la válvula tan pronto como sea posible. De existir un tablero o un diagrama del sistema, ese será el lugar adecuado. También es conveniente implantar, un sistema que evite la operación de las válvulas por personal que no pertenezca a la brigada de contra incendio.

Un arreglo simple tendiente a evitar la operación de las válvulas o saber que se han operado, es el uso de un alambre y un sello de plomo similar a los sellos de embarque de ferrocarril; en el sello de plomo puede colocarse una tarjeta con la fecha de la última inspección que se efectuó a la válvula. Estos alambres se arreglan para que tengan suficiente juego de manera que la válvula pueda moverse para su inspección, pero que no permita que ésta sea operada sin romper dicho sello.

En la mayoría de las instalaciones deberá hacerse semanalmente la inspección de las válvulas. Ocasionalmente, -- pueden pedirse inspecciones diarias o aún más frecuentes en el caso de protección a instalaciones especiales o en zonas de construcción.

Las inspecciones a las válvulas deben registrarse mediante el número que se les ha asignado en reportes, indicando si no están pegadas, su estado físico, si el vástago está limpio y debidamente lubricado, y si se encontro en la posición requerida que generalmente es la posición abierta; ocasionalmente puede ocurrir que una válvula esté normalmente cerrada, siendo importante que el inspector tenga conocimiento de ese caso excepcional.

Las válvulas de compuerta no necesitan ser operadas completamente como parte de la rutina. Estas válvulas se dejan en tal forma que normalmente estén en un cuarto de vuelta antes de la posición completamente abierta; durante la inspección se girará una parte de la vuelta, luego a posición totalmente abierta y finalmente vuelve a girarse un cuarto de vuelta hacia adentro. Este procedimiento asegurará generalmente al inspector que la válvula de compuerta y su vástago no se han separado y que la válvula no está atascada en una posición.

Cuando menos una vez cada tres meses se operarán totalmente las válvulas y se engrasarán todos los vástagos que lo requieran.

En todos los casos, la inspección deberá determinar el acceso libre a las válvulas, particularmente si la tapa de la caja o registro de las válvulas de las líneas subterráneas está colocada, en buen estado y si no se encuentra inundado el interior del registro.

En forma similar, el acceso a trincheras de válvulas no deberá obstruirse y el piso de éstas deberá estar limpio y sin agua.

VI.2 Inspección de hidrantes.- El primer punto a verificar durante el desarrollo de la inspección de un hidrante es ver si no está dañado, en especial la cuerda de las conexiones y que las válvulas no presenten fugas así como que no esté obstruido su acceso. Si tiene mangueras conectadas, deberá revisarse que la válvula no fugue por el estopero al estar abierta y si no hay mangueras, que las tomas tengan colocadas sus tapas, esta inspección debe hacerse al menos una vez por semana.

VI.3 Inspección de monitores.- Los monitores, independientemente de las inspecciones a que se sometan, si tienen tomas para mangueras como el tipo indicado en la figura No. 3, mensualmente se deberá comprobar lo siguiente:

- a) Que funcionen los mecanismos para hacer girar el monitor en los planos horizontal y vertical y que estén en buen estado mecánico así como engrasados correctamente.
- b) Que cada monitor tenga su boquilla regulable (chorro y niebla).

- c) Que el mecanismo para regular el chorro de la boquilla funcione correctamente.
- d) Que no haya fugas por las partes que forman el monitor, ni por la boquilla.
- e) Que la válvula del monitor abra y cierre sin dificultades y que su volante se encuentre en buenas condiciones.

VI.4 Inspección a las mangueras para servicio de agua contra incendio.- Las mangueras para servicio de contra incendio, son indispensables para el funcionamiento de varios sistemas destinados a combatir incendios, algunas de sus principales aplicaciones son: unir la salida del hidrante y la boquilla para aplicar el agua al fuego; y en los sistemas semifijos de espuma mecánica sirven para hacer las conexiones entre hidrantes y vehículos contra incendio y de estos vehículos conducir la solución agua-líquido espumante hasta las líneas de las cámaras de espuma de los tanques de almacenamiento o para aplicar la espuma en otros lugares, con la boquilla adecuada.

Debido a que el éxito del combate de un incendio en muchos casos depende en gran parte de las mangueras del servicio de contra incendio, es necesario asegurarse de su buen comportamiento durante su empleo. Para ello se recomienda seguir los siguientes pasos:

- a) Usar siempre el tipo de manguera necesario de acuerdo con el trabajo que se pretende realizar, estos tipos son los siguientes:

1.- Flexibles para descarga en diámetros de 38.1 y 63.5 mm, en tramos de 15 m de longitud. Las mangueras de descarga son construídas con un tubo interior de hule natural o sintético, con uno o varios forros o cubiertas exteriores tejidas de algodón. Son resistentes un poco a la corrosión y a la humedad, también pueden dañarse fácilmente si se mantienen en contacto prolongado con grasas, aceites, gasólinas o ácidos.

Cuando las cubiertas exteriores son tejidas con fibras sintéticas como polyester o nylon, son más resistentes a la abrasión, humedad y algunos ácidos.

En los dos tipos, las cubiertas exteriores tejidas pueden estar recubiertas con una capa de material sintético para incrementar su resistencia a la abrasión.

2.- Rígidas para succión, en diámetros de 63.5, 101, 114, 127 y 152 mm, y en tramos de 3 m de longitud.

Las mangueras de succión son construídas con un tubo interior de hule y varias cubiertas exteriores del mismo material, las que llevan en su interior un alambre de hierro galvanizado o de cobre, en forma de espiral para prevenir que las paredes de la manguera se junten cuando la bomba está succionando.

b) Efectuar las inspecciones y pruebas programadas en las cuales se comprobarán los siguientes aspectos:

1.- Que las mangueras se encuentren en su lugar de asignación.

- 2.- Que estén secas, limpias y sin productos que puedan dañarlas.
- 3.- Que la conexión hembra cuente con el empaque correspondiente.
- 4.- Que las cuerdas de las conexiones no se encuentren golpeadas o dañadas.
- 5.- Que tengan acopladas las boquillas asignadas con sus empaques respectivos y
- 6.- Que las que estén de reserva, se guarden en lugares secos y ventilados.

VI.4.1 Mantenimiento.- Para que las mangueras se conserven en buen estado y en condiciones de uso inmediato, es necesario darles un buen mantenimiento; por lo que cualquier defecto que se les note durante su uso, inspección o prueba, debe reportarse para que sean reparadas, en caso de que esto sea posible.

Después de usar una manguera en el combate de un incendio, entrenamiento o prueba deberá cepillarse para eliminar las partículas que se le hayan adherido al exterior.

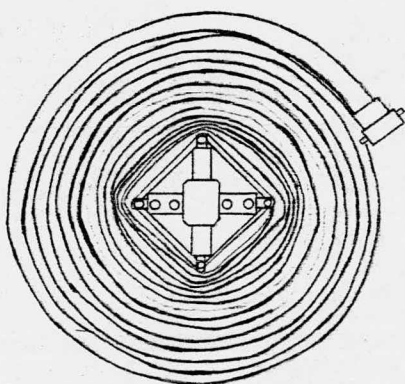
Hay que recordar que nunca se debe almacenar, guardar o colocar en su lugar de asignación una manguera que no esté limpia y seca, especialmente las que tienen chaquetas o cubiertas de algodón, ya que con la humedad se les formará moho y esta es la causa de que se pudran.

Las conexiones deben mantenerse limpias y sus cuerdas en buen estado, cualquier tramo de manguera que tenga conexiones con defectos deberá retirarse del servicio para que sea reparada.

Las conexiones que estén pegadas o trabadas por la suciedad, no deben engrasarse o aceitarse, sino que deben remojarse en agua con jabón y luego cepillarse para limpiarlas y lograr que giren nuevamente.

Debe revisarse que las conexiones tengan sus empaques en buenas condiciones y de la dimensión adecuada; ya que un empaque de mayor dimensión puede entorpecer las maniobras para el ensamble de las mismas o causar turbulencias en el flujo del agua, reduciendo el alcance del chorro de salida; en tanto que un empaque de diámetro menor puede salirse del asiento y causar fugas de agua.

Deben tomarse precauciones especiales para evitar que las conexiones de las mangueras se maltraten durante el transporte, en especial se requiere proteger la conexión macho; por lo que al enrollar las mangueras, esta conexión macho deberá quedar en el centro o cubierta por una parte de la manguera, como se indica en la siguiente figura:



Manguera enrollada

VI.5 Inspección a sistemas rociadores.- Hay numerosos puntos de importancia que deben observarse para asegurarse que los sistemas de rociadores están siempre listos para su operación inmediata.

A continuación se encuentran enlistados los más importantes:

- a) Revisar los rociadores para asegurarse que estén limpios, libres de corrosión y sin obstrucción que no estén pintados ni golpeados, así como tampoco estén dañados físicamente.
- b) Comprobar que se dispone en bodega de un número suficiente de aspersores extras como refacción.
- c) Asegurarse que las tuberías de alimentación de agua al sistema de aspersión están en buen estado y no han sido dañadas mecánicamente.
- d) Comprobar si se han realizado modificaciones al área - preotegida, que requiera la prolongación del sistema de rociadores.
- e) Señalar los casos donde los artículos protegidos estén apilados tan cerca de los rociadores que el agua proveniente de ellos no podrá distribuirse fácilmente sobre las estibas de los mismos.
- f) Verificar que las válvulas para operación del sistema estén en su posición correcta, en buen estado mecánico, tengan acceso libre y estén claramente identificadas.

VI.5.1 Inspección de las válvulas de control de los sistemas de aspersión.- Las válvulas de control de los sistemas de aspersión de los rociadores, deben incluirse en la inspección semanal que debe efectuarse a las válvulas del sistema de agua contra incendio. Sin embargo, hay aspectos adicionales que deben revisarse en estos sistemas.

- a) Semanalmente comprobar que las lecturas en los manómetros que indican la presión del agua y del aire en el sistema según el tipo que sea, se mantienen dentro de los rangos normales de operación.
- b) Cada tres meses, hacer una prueba de flujo de agua, a través de las válvulas de drene.
- c) Asegurarse de que está en su posición normal la válvula que controla el suministro de agua a los dispositivos de alarma.
- d) Cuando sea necesario revisar o efectuar trabajos de mantenimiento en los sistemas de aspersión y en especial en los que cuenten con estaciones centrales de alarma, se debe avisar siempre al personal de operación o encargado de las instalaciones, antes de operar cualquier válvula o alarma de dicho sistema.
- e) Hacer la prueba de falla de aire a la válvula cada tres meses.
- f) Accionar la válvula desde tablero para verificar que funcione adecuadamente.

CONCLUSIONES

Es interesante observar que el sistema de agua contra incendio diseñado, cumple con los requisitos mínimos de diseño y por lo tanto proporciona seguridad suficiente al personal e instalaciones de la planta sin haber tomado en cuenta los equipos adicionales utilizados para el mismo propósito tales como:

- a) Extinguidores
- b) Vehículos contra incendio
- c) Sistemas y equipos especiales de protección de espuma, bióxido de carbono, polvo químico, etc.

En el diseño obtenido, la presión mínima necesaria en cualquiera de los sistemas que se incluyen, está por abajo de la presión mínima requerida para garantizar el funcionamiento adecuado de los hidrantes, monitores y aspersores.

En Plantas Petroquímicas y de Refinación se incluye siempre el diseño del sistema de agua contra incendio, debiendo estar en condiciones óptimas de operación en el momento que se le requiera.

Por último, se concluye que llevando a cabo las recomendaciones expuestas en este trabajo, se garantiza la seguridad para el personal o instalaciones de la planta de acuerdo a este diseño.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Norma AI-1. Protección Contra Incendio de las Instalaciones de Proceso. Petróleos Mexicanos. México 1966.
- 2.- Normas para Proyecto y Obra No. 2.607.21. Sistemas para Agua de Servicio Contra Incendio. Petróleos Mexicanos. México 1974.
- 3.- Boletín de Seguridad Industrial No. 68. Inspección y Mantenimiento General de Instalaciones y Equipo Contra Incendio. Petróleos Mexicanos. México 1974.
- 4.- Flujo de Fluidos a través de Válvulas, Conexiones y Tubería. CRANE. USA 1974.
- 5.- Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas. CLAUDIO MATAIX.