



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ



Proyecto de residencia

Diseño del sistema principal y secundario de distribución hidráulica de emergencia contra incendios, de las instalaciones del Poder Judicial de la Federación en el estado de San Luis Potosí.

INFORME TECNICO DE RESIDENCIA PROFESIONAL

Ing. mecánica

Nombre del alumno

Juárez López Daniel Armando

Número de control

13270077

Asesor interno:

Dr. Pedro Tomas Ortiz y Ojeda

Asesor externo:

Ing. Juan José Vázquez Neveros

Fecha de entrega:

Junio del 2017

Índice

Introducción	3
Justificación.....	4
Objetivo general.	4
Objetivo específico.	4
Caracterización del área en el que participo.	5
Problemas a resolver con su respectiva priorización.	7
Alcances y limitaciones	8
Fundamento teórico	8
Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.....	21
Desarrollo	27
Planos	27
Conclusiones y recomendaciones.....	47
Bibliografía	49
Glosario	50
Anexos	51

Introducción

Hoy en día las medidas de seguridad que se toman en las instalaciones de una institución, empresa o industria, se han priorizado debido a que un percance de cualquier tipo que pueda provocar accidentes, debe minorarse en el instante con el fin de evitar las pérdidas materiales y sobre todo las humanas.

Todo tipo de incidente de trabajo puede ser provocado tanto intencionalmente o de igual manera por causas naturales o fallas en sistemas, entre algunas de las más catastróficas que podemos identificar que están las inundaciones, los sismos, así como los incendios, y es por eso que debemos de contar con los sistemas de prevención oportunos y los sistemas necesarios para combatirlos.

En este caso este proyecto estará centrado en la creación de un diseño funcional del sistema hidráulico contra incendios para las instalaciones del Poder Judicial de la Federación en san Luis potosí.

Para esto deberá tomarse en cuenta el sistema actual que hay para lograr la funcionalidad según las normas que especifiquen sus características y que aprueben el funcionamiento de cada elemento que lo compone para lo que ha sido diseñado.

Justificación

Tratándose de las instalaciones del Poder Judicial de la Federación y siendo esta una institución de gobierno, se debe de contar con los sistemas de prevención y de combate contra eventos desafortunados que puedan suscitarse en el lugar, en este caso enfocándose a los incendios, debido a que de no ser así pueden ponerse en riesgo la integridad física de las personas que laboran en estas instalaciones además de la pérdida de material, elementos y documentos de gran importancia para el sistema gubernamental al que esta institución pertenece.

Objetivo general.

Se realiza este proyecto con el fin de garantizar en cierta manera la seguridad de las personas que laboran en estas instalaciones en caso de que se presente una situación crítica como lo es un incendio, además de brindar la confianza de que se cuenta con los sistemas necesarios para combatir este tipo de sucesos indeseados que pueden ser contraproducentes poniendo en riesgo todos los elementos como son, muebles, documentos, sistemas de cómputo, e incluso el personal, etc.

Objetivo específico.

Obtener un diseño óptimo y funcional de un sistema hidráulico contra incendios que cumpla con las normas impuestas por protección civil y las instituciones que regulen estos sistemas para su posterior implementación física en las instalaciones del Poder Judicial de la Federación en el estado de San Luis Potosí.

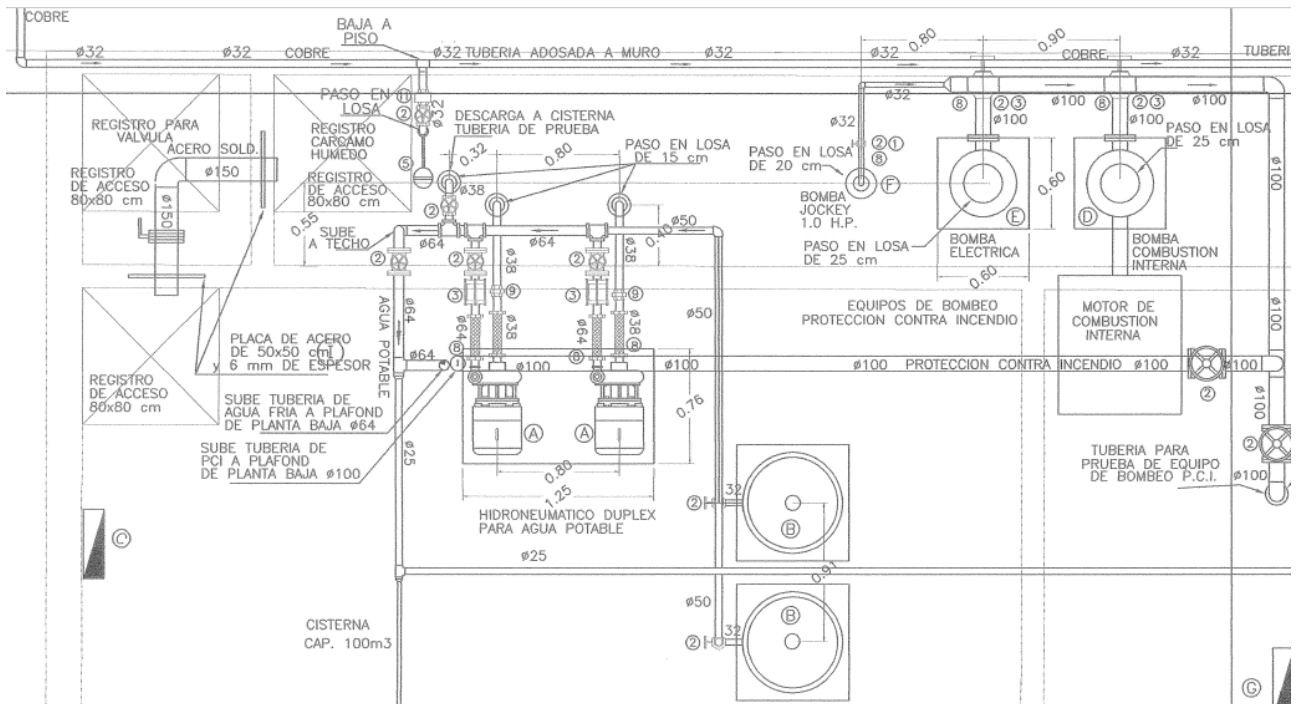
Caracterización del área en el que participo.

Mantenimiento y desarrollo de proyectos en equipos de bombeo.

Como actividades diarias a desarrollar se monitorean los sistemas de bombeo actualmente existentes en las instalaciones de esta institución el Poder Judicial de la Federación en el estado de San Luis Potosí, dando con esto la seguridad de su correcta operación de trabajo en el momento que son requeridos cada uno de los equipos de bombeo.



(1) Cuarto de máquinas del Poder Judicial de la Federación SLP.



(2) Distribucion del cuarto de maquina

Diariamente se monitorea las presiones de cada uno de los sistemas hidráulicos, así también los niveles de las cisternas contenedoras de agua, la temperatura, el sonido, la vibración y el comportamiento en sus distintas funcionalidades, es decir en automático, en manual y poniéndolo fuera de operación, así como sus respectivos sensores ya sean mecánicos, de presión o electrónicos. De esta manera se monitorean los equipos de bombeo de agua potable, agua de riego, aguas tratadas y desalajo de aguas pluviales.

Por otro lado en el desarrollo del proyectos del equipo de bombeo contra incendios de los edificios principales, se tiene la recaudación de datos para elaborar el diseño del sistema de bombeo posterior, basándose en el sistema actual que se tiene, de esta manera se podrán tomar elementos existentes dentro de lo actual para el diseño posterior, pudiendo así reducir el costo de la futura instalación una vez sea concluido el proyecto, expuesto y aprobado por los departamentos pertinentes a quien tenga que ser dirigido para su contemplación y acreditación.

De tal manera en las primeras semanas lo datos recaudados fue la información que se podía contemplar de manera más directa sobre los elementos que contiene el actual sistema contra incendios el cual consta de 3 bombas para en el cuarto de bombeo y los accesorios de instalación que se mencionaran más adelante.

Al igual que esta información se proporcionó la información detallada de las características físicas del edificio donde se implementara el sistema contra incendios, dando con esto un punto de partida para comenzar el diseño de todo el sistema de distribución hidráulica, sin antes tomar en cuenta varios puntos de normatividad para este tipo de sistemas.

Problemas a resolver con su respectiva priorización.

Se tiene como punto de partida que el principal problema a resolver es el diseño del sistema hidráulico contra incendios de las instalaciones del poder judicial de la federación en el estado de San Luis Potosí, dado que el sistema actual no cumple con la normatividad en cuanto a funcionamiento, principalmente por que el sistema está constituido en su parte de distribución con irregularidades en los diámetros en toda la tubería, teniendo que modificar la potencia requerida en cada una de las bombas, además que el material que se usó no es el adecuado y el método de conexión está en duda de acuerdo a lo que marca la norma, que a pesar de abastecer de manera correcta el fluido, en esta caso agua por todo el sistema haciéndolo llegar a todos los hidrantes del edificio, sin embargo se presentan las caídas de presiones en los distintos niveles de las instalaciones, así también mencionando que hay perdidas innecesarias para el sistema en el diseño actual, no permitiendo las presiones adecuadas en los hidrantes en caso de emergencia, impidiendo el abatimiento del siniestro de manera rápida y correcta.

Se prioriza el acto de rediseñar este sistema debido al grado de la importancia que tiene el edificio no solo por tratarse de instalaciones de gobierno, sino por el simple hecho que se trata de vidas humanas las que estarían en juego en caso de una emergencia de esta índole, pasando a segundo plano la pérdida de

importantes documentos, archivos e información del sistema que se maneja en estas instalaciones.

Alcances y limitaciones

Debido a que el tiempo que se otorgó para realizar el proyecto de manera fundamentada tanto en una presentación al finalizarlo como al hacer entrega de los documentos que especifiquen el porqué del diseño fue de 6 meses o inferior, el proyecto físico se tendrá que hacer posteriormente una vez aprobado por los departamentos y personas pertinentes para que otorguen el material y personal necesario para que se realice el proyecto en las instalaciones.

Otras de las dificultades que con anticipación se observa es que al ser instalaciones ya ocupadas y en funcionamiento constante, la obtención de información de campo será complicada sin entorpecer el tráfico de personas dentro de los edificios, además que será casi imposible el acceso a algunas zonas de este mismo dado que son zonas de alta confidencialidad y seguridad, dejando por decirlo de alguna manera pobre la información que se necesita de las instalaciones para poder reubicar ciertos elementos del nuevo sistema muy a pesar de los planos, que al no ser tan específicos en algunas acotaciones o zonas de las distintas plantas, puede hacer carecer de cierta información fundamentada al proyecto plasmado en documentos.

De tal manera como se menciona antes se tomara como punto de partida la información existente del sistema actual con el que se cuenta en estas instalaciones.

Fundamento teórico

Un incendio es todo aquel fuego de magnitud mayor que se produce en forma no deseada, propagándose y destruyendo lo que no debía de quemarse. Puede ser de manera natural o provocada por descuidos humanos o realmente de manera intencional por personas inescrupulosas.

El fuego, explicada en una forma más detallada y de manera científica no es más que una reacción química entre dos sustancias, una que se denomina combustible y la otra comburente. Se considera que para que exista fuego deben estar presentes tres factores: combustibles, aire (oxígeno) y energía en forma de calor.

Entre otras palabras un incendio es un fuego no controlado tanto en cuestión de tiempo ni espacio, es decir el combustible no está limitado por ningún factor y es cuanto en cuestión de tiempo no se establece a ciencia cierta hasta una vez acabado el elemento combustible.

En materia de fuegos no controlados (incendios) cualquiera es destructivo, de hecho los incendios son uno de los desastres más comunes debido a que afectan a las estructuras, a la vegetación natural artificial y elementos aledaños a este, afectando de manera considerable en varios aspectos.

Los incendios se producen por descuidos o negligencia humana, por fallas en los mantenimientos de equipos eléctricos, por el uso indebido del voltaje y en ciertos casos. A continuación se enuncian algunas de las causas más conocidas o más comunes por las que se comienza un incendio.

- Por desconocimiento de las medidas preventivas en el manejo de algunos elementos de uso cotidiano o uso especial como el recalentamiento de metales, vidrios que producen efecto lupa, etc.
- Por la presencia de materiales inflamables como gasolina, plásticos, papel, maderas o elementos que facilitan la propagación del fuego.
- Causas naturales como los rayos y el sol.
- Falta de orden y limpieza.
- Instalaciones deficientes o provisionales.
- Manejo inadecuado de flamas abiertas.
- Superficies calientes.
- Cigarros o cerillos usados en áreas prohibidas.
- El uso de líquidos inflamables para limpieza u otras actividades.

- Almacenamiento inadecuado de líquidos inflamables, líquidos combustibles y gaseosos.
- Almacenamiento de cilindros de gases, como el oxígeno, acetileno, entre otros.

He aquí porque la importancia de que los edificios sobre todo de grandes magnitudes, cuenten con un sistema contra incendios, en este caso refiriéndose a sistema de distribución hidráulica fijo o hidrantes como se le conoce comúnmente.

En este caso adentrándonos a los sistemas contra incendios es aquel que abarca una logística y planeación de la estructura total de una superficie, la cual debe de contar con los equipos y sistemas adecuados, así como señalizaciones y rutas previamente trazadas y debidamente colocadas para dar la información suficiente y necesaria de que como se debe actuar ante un evento de esta categoría de manera previa, durante y al termino del suceso. Estos sistemas están comprendidos por varios elementos o sistemas dependiendo la aplicación y de la magnitud de las instalaciones requeridas de este sistema.

Alarmas

Las alertas serán aquellas que al momento de percibir la aparición de un incendio, por medio de sensores de humo o gases, o al ser activadas en caso manual, emitirá un sonido grave fácil de ser escuchado y muy distintivo de cualquier otro sonido que se pudiera estar produciendo de manera aleatoria o constante en el lugar del suceso, para que los empleados o personas que se encuentran ahí en ese preciso momento puedan identificarlo y desalojar el área de emergencia.

Rutas y señalizaciones.

Una vez encendidas las alertas, el personal deberá seguir correctamente los letreros y/o señales hacia las rutas de evacuación, los cuales, en ocasiones son luminosos para poder ser vistos cuando se corta la corriente eléctrica. Estos

letreros deberán indicar las salidas de emergencia, puntos de reuniones, así como la localización de escaleras y extintores.

Iluminación

Previamente, al instalar un sistema contra incendios, se debe de contemplar la implementación de luz de emergencia, la cual es alimentada por lo común por celdas solares o baterías recargables, las cuales permiten la visibilidad de rutas de evacuación en caso de que la energía eléctrica se vea interrumpida por motivo de este tipo de percances.

Extintores

Los extintores son pequeños cilindros que contienen agentes extintores como agua, polvo, espuma o nieve carbónica, los cuales son utilizados manualmente en caso de incendios relativamente pequeños. De estos existen varios tipos, de los cuales los más conocidos son:

- Extintores húmedos: compuestos por bióxido de carbono, gas, halon, etc.
- Extintores secos: preparado principalmente con polvo químico seco.
- Extintores sobre ruedas: de los cuales hay de 30, 50 y hasta de 250 kilogramos cargados de agentes extintores a presión.

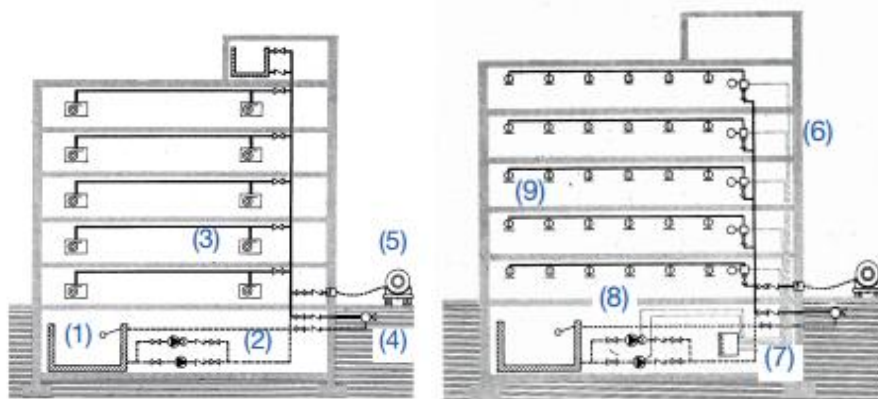
Redes hidráulicas fijas.

También puede ser utilizado otros sistemas como los rociadores, instalados estratégicamente previamente habiendo hecho un estudio detallado de las instalaciones sobre los techos de las estructuras; y por su puesto hidrantes como boca de alimentación para conectar mangueras y aplacar el fuego que en este caso es lo que nos concierne estudiar más a detalle.

En la normativa actual mexicana referente a la prevención y protección contra incendios (NOM-002-STPS) se describen las protecciones contra incendios que debe de tener una empresa o instalación, en virtud del grado de riesgo de incendio que esta representa, este grado de riesgos se determina con base a factores como número de personas en el lugar, metros cuadrados, kilogramos solidos

combustibles, líquidos combustibles, líquidos inflamables e incluso explosivos; una vez analizada el conjunto de esta información, se determina el grado de riesgo siendo los tres posibles resultados: alto, medio y bajo.

De este grado de riesgo se determina la necesidad del tipo de protección que empieza desde la instalación de extintores, alarmas, detectores y el sistema fijo contra incendio como antes se mencionó.



(3) Sistema manual y sistema automatico

Sistema manual

- 1) Deposito de agua (cisterna).
- 2) Sistema de bombeo.
- 3) Red de distribucion de agua.
- 4) Conexión de los circuitos interiores al aporte de agua de la red publica de suministro.
- 5) Posible conexión a un camion cisterna.

Sistema automatico

El sistema automatico es similar a la figura 1, solo se incorpora los siguientes elementos.

- 6) Presostato.
- 7) Centralita (recibe la señal del presostato).
- 8) Bombas de activacion.
- 9) Elemento rociador.

La ley de en la NOM-002-STPS-2000, exige que las empresas clasificadas con riesgo alto de incendio cuenten con un sistema fijo contra incendios, el cual es definido por esta misma norma, como “el instalado de manera permanente para el combate de incendios, los más comúnmente usados son hidrantes” (STPS, 2000, pág.6), y esto es más claro en el punto 9.3.1.5 el cual sita “contar con equipo fijo contra incendio, de acuerdo al estudio que se realice, mismo que debe determinar su tipo y características y ser complementarios a los extintores”(STPS, 2000, pág. 12), esto se debe a que no todos los riesgos necesitan hidrantes (puede que no sea suficiente esta protección) o rociadores existen riesgos que necesitan sistemas fijos con espuma AFFF con expansión y tipo específico, otros requieren sistemas a base de polvos (como las empresas que fabrican o almacenan ácidos, donde la aplicación de agua puede generar reacciones violentas), lo que “si” es claro es que la ley pide para ciertos riesgos un sistema fijo contra incendios.

Para poder determinar el sistema fijo contra incendio se deben de tener en cuenta los siguientes puntos en el estudio de campo que se realiza.

- Dimensiones de las áreas a proteger.
- Tipo y forma constructiva.
- Zona sísmica.
- Tipos de riesgo en las instalaciones.
- Tipo de almacenamiento de combustible (considerando alturas, rack, estantería, etc.)
- Cantidad almacenada de combustibles.
- Cargas combustibles totales.

- Tipo de almacenamiento de inflamables (considerando flash point, tipo de tanques de almacenamiento, susceptibilidad a fenómenos como la BLEVE o bola de fuego, accesibilidad, etc.)
- Personas en el sitio.
- Riesgos de reacciones químicas ante agentes extintores (como lo son ácidos fuertes, metales como el magnesio, aluminio, etc.).
- Fuentes y confiabilidad de agua contra incendios.
- Ubicación y capacidad de depósitos de agua contra incendios.

La normativa nacional no indica un método de estudio, sin embargo da las condiciones mínimas que debe tener un sistema de protección a base de hidrantes, las cuales se redactan en la guía de referencia la cual no es de cumplimiento obligatorio, y cita lo siguiente:

Redes hidráulicas.

Se recomienda que estas cumplan al menos con:

- a. Ser de circuito cerrado.
- b. Contar con una memoria de cálculo del sistema de red hidráulica contra incendio.
- c. Contar con un suministro de agua exclusivo para el servicio contra incendios, independientemente a la que se utilice para servicios generales.
- d. Contar con un abastecimiento de agua de al menos horas, a un flujo de 94 l/min, o definirse de acuerdo a los siguientes parámetros.
 1. El riesgo a proteger.
 2. El área construida.
 3. Una dotación de 5 litros por cada m^2 de construcción.
 4. Un almacenamiento mínimo de $20 m^3$ en la cisterna.
- a. Contar con un sistema de bombeo para impulsar el agua a través de toda la red de tubería instalada.

- b. Contar con un sistema de bombeo que debe de tener como mínimo fuentes de energía, a saber: eléctrica y de combustión interna, y estar automatizado.
- c. Contar con un sistema de bomba jockey para mantener una presión constante en toda la red hidráulica.
- d. Contar con una conexión siamesa accesible y visible para el servicio de bomberos, conectada a la red hidráulica y no a la cisterna o fuente de suministro de agua.
- e. Tener conexiones y accesorios que sean compatibles con el servicio de bomberos (cuerda tipo NSHT).
- f. Mantener una presión mínima de 7 kg/cm^2 en toda la red.

Se recomienda que los sistemas fijos contra incendio tengan algunas de las siguientes características.

- a. Ser sujetos de activación manual o automática.
- b. Ser sujetos de supervisión o monitoreo para verificar la integridad de sus elementos activadores (válvula solenoide, etc.), así como las bombas.
- c. Tener un interruptor que permita la prueba del sistema, sin activar los elementos supresores de incendio.
- d. Sin estar limitados a ellos, existen los siguientes tipos: sistema de redes hidráulicas, de rociadores con agente extinguidor de agua, bióxido de carbono, polvo químico seco, espumas, sustitutos de halon y agentes limpios.
- e. Todo sistema deberá ser calculado para combatir el mayor riesgo del centro de trabajo.

Para la aplicación de este sistema, se tomara en cuenta los libros de la NFPA 14 (instalación de sistemas de tubería vertical y de mangueras) y NFPA 20 (instalación de bombas estacionarias de protección contra incendios) que son las normar para instalación de tuberías verticales y mangueras y la instalación de bombas estacionarias contra incendios, respectivamente, que enseguida se

mencionaran los puntos más importantes a tomar en cuenta en el diseño de un sistema de red hidráulica contra incendios.

Primeramente un sistema de tubería vertical se define como la disposición de tubería, válvulas, conexiones de manguera y equipo relacionado instalado en un edificio o estructura, con las conexiones de manguera ubicadas de manera que el agua pueda ser descargada en modelos de chorros en este caso principalmente a través de mangueras y boquillas fijas, con el propósito de extinguir un incendio, con lo cual es protegido un edificio o estructura y sus contenidos en adición a la protección de los ocupantes.

En este caso las instalaciones en las que se llevara a cabo el proyecto cuenta con las características actuales y anteriores de un sistema clase II, el cual provee estaciones de manguera de 38 mm es decir pulgada y media para suplir agua para uso primariamente de personal entrenado o por los bomberos durante la respuesta inicial de un evento de incendio.

Tubería y materiales

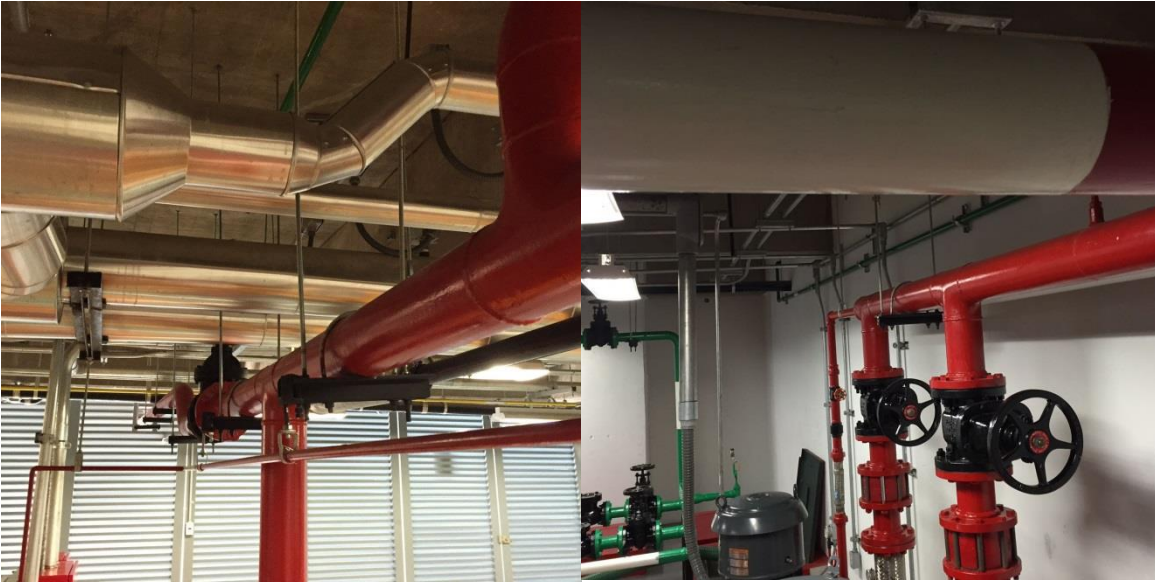
La tubería o tubo usado en sistemas de tubería vertical debe de reunir o exceder alguno de los estándares que se presentan en la siguiente tabla.

Tubería ferrosa	
Tubería de hierro-dúctil, vaciada centriugadamente para agua u otros líquidos	AWWA C51
Tubería de acero soldada por resistencia eléctrica	
soldada por resistencia eléctrica.	ASTM A 135
Acero soldado sin costuras	
Negra y revestida con zinc por inmersión caliente.(galvanizada, soldada y sin costuras)	ASTM A 795

Tubería de acero soldada y sin costuras	
Negra y revestida con zinc con inmersión en caliente soldada y sin costuras.	ASTM A 53
Tubería de acero forjado con y sin costuras.	ANSI B 36.10M
Tubo de cobre (estirado y sin costuras).	
Especificación de norma para tubo de cobre sin costuras	ASTM B 75
Especificación de norma para tubo de cobre para aguas sin costuras	ASTM B 88
Especificación de norma por requisitos generales para tubo de cobre forjado sin costuras y aleaciones de tubo de cobre.	ASTM B 251
Metal de aporte para soldadura fuerte.	
Especificación par metales de aporte para soldadura fuerte y soldadura con bronce.	AWS A5.8

Tabla (1) tuberías ferrosas

Donde la tubería de acero especificada en la tabla anterior es usada y acoplada con soldadura como está especificado en siguientes normas o por tubería de uniones ranuradas y accesorios como está especificado en la NFPS 14, el espesor mínimo nominal de pared para presiones hasta 20.7 bares (300 psi) debe estar en concordancia con la cedula 10 para tamaños de tubería de hasta 17 mm (5 pulgadas), 3.4 mm (0.134 pulgadas) para tubería de 150 mm (10 pulgadas).



(4) Parte de la tubería de la red de distribución contra incendios.

Sistemas de instalaciones.

Clase I.

Los sistemas clase I deben de estar provistos con conexiones de manguera de 65 mm en las instalaciones siguientes.

- (1) En el descanso intermedio más alto entre niveles de piso en todas las escaleras de salida requeridas.
- (2) En cada lado del muro adyacente a las aberturas de salidas horizontales.
- (3) En edificios que no sean galerías cubiertas, en cada pasadizo de salida a la entrada de las áreas del edificio al pasadizo.
- (4) En edificios de galería cubierta, a la entrada de cada pasadizo de salida o corredor de salida y en el lado interior de las entradas publicas desde el exterior de la galería.
- (5) En el descanso más alto de las escaleras con accesos a un techo y en techos con un desnivel de menos de 3 en 12 donde las escaleras no dan acceso al techo.

Sistema clase II

Los sistemas clases II deben estar provistos con estaciones de manguera de 38 mm de modo que todas las partes de cada nivel de piso del edificio estén dentro de 39.7 m de una conexión de manguera provista con manguera de 38 mm o dentro de 36.6 m de una conexión provista con manguera e menos de 38 mm.

Sistemas clase III

Los sistemas clase III deben de ser provistos con conexiones de manguera como los quieren los sistemas clase I y clase II.

Abastecimiento de agua contra incendios

Con situaciones típicamente controlables unos caudales máxicos de 1 kg/s para dardos o chorros de fuego y 2 kg/s para incendios de charcos los cuales corresponden a dardos o chorros de 10-15m de longitud y a charcos de más de 20 m^2 de superficie respectivamente.

Para el cálculo de agua contra incendios requerida para enfriamiento se puede hacer una distinción básica entre tres situaciones de exposición al incendio, cada una con su propia recomendación de cantidad de agua de aplicación.

Exposición al incendio	Cantidad de agua de aplicación
Calor radiante	4-8 litros/min/ m^2
Llama directa incidente	10 litros/min/ m^2
Llama dardo (flame jet)	1000-2000 litros /min/ m^2

Tabla (2) caudal necesario para diferentes fuegos

Información básica de bombas centrífugas contra incendio.

Clasificación de	Succión (mm)	Descarga (mm)	Cantidad y tamaño
------------------	--------------	---------------	-------------------

bomba (L/min)			de válvulas de manguera (mm)
95	25	25	1-38
189	38	32	1-38
379	50	50	1-65
568	65	65	1-65
757	75	75	1-65
946	85	75	1-65
1136	100	100	2-65
1514	100	100	2-65
1703	125	125	2-65
1892	125	125	3-65
2839	150	150	4-65
3785	200	150	6-65
4731	200	200	6-65
5677	200	200	6-65
7570	250	250	8-65
9462	250	250	12-65
11355	300	300	12-65
13247	300	300	16-65
15140	350	300	16-65
17032	400	350	20-65

Tabla (3) datos técnicos de succión y descarga de bombas contra incendios

Tasa de flujo

Pasa sistemas clase I y clase III, la tasa de flujo mínima para la tubería vertical hidráulicamente más remota debe de ser de 1893 L/min.

Donde la tubería vertical y horizontal en un sistema clase I y III suple tres o más conexiones de manguera en cualquier piso, la tasa mínima de flujo para la tubería vertical horizontal de mayor demanda hidráulica debe de ser de 2840 L/min.

La tasa de flujo mínimo para tuberías verticales adicionales debe de ser de 946 L/min por tubería vertical, con un total que no exceda de 4731 L/min o 3785 L/min para edificios totalmente equipados con rociadores.

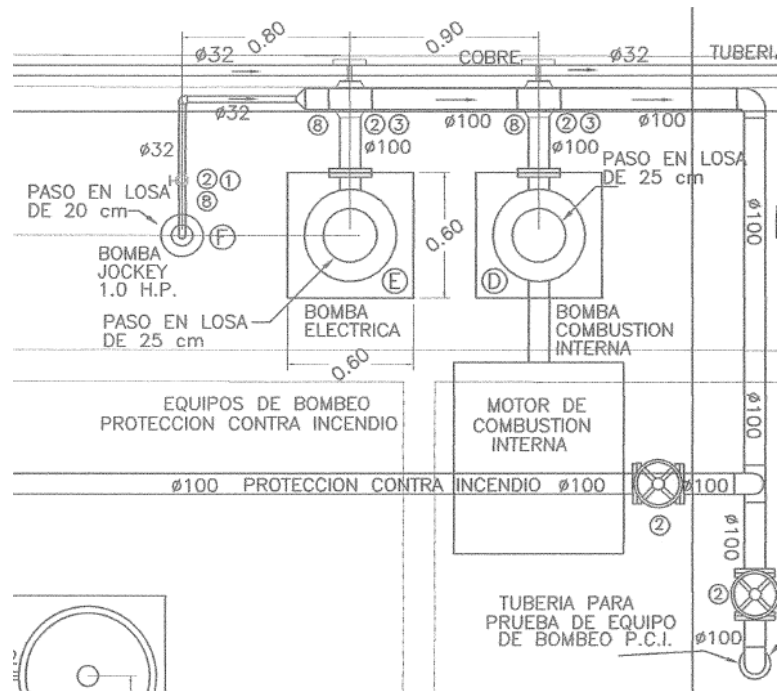
Sistemas clase II

Para sistemas clase II, la tasa de flujo mínimo para la conexión de manguera hidrante más remota debe ser 379 L/min en el caso de hidrantes con salida a 38 mm, mientras que en el caso de hidrantes con salida a 65 mm deberá ser un flujo mínimo de 946 L/min.

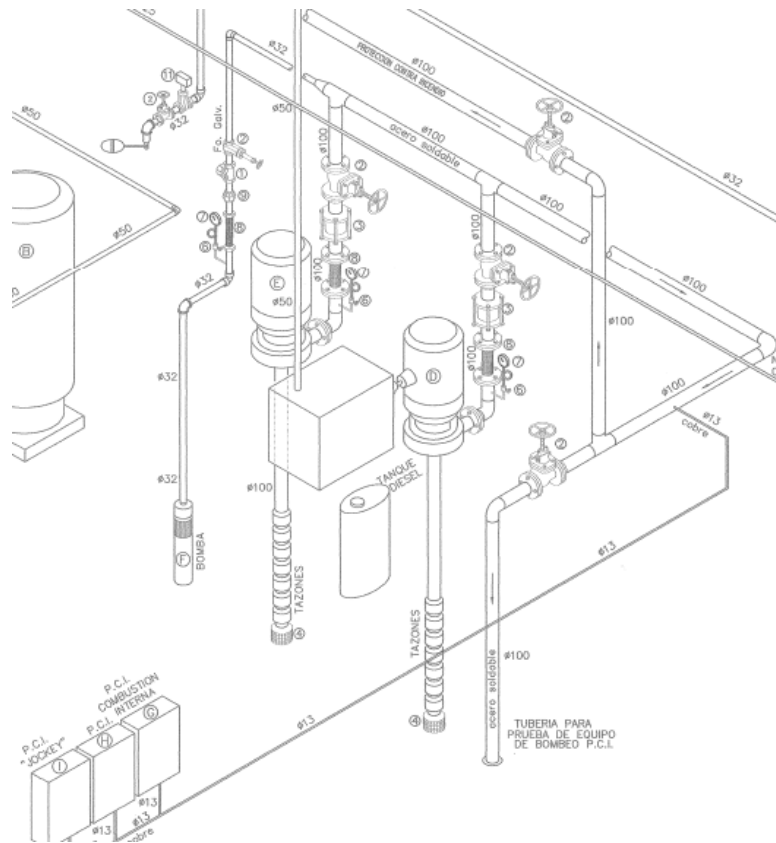
Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.

Dentro de las actividades realizadas como parte de la empresa y correspondientes al área de mantenimiento a los sistemas de bombeo, están las siguientes.

- 1- Verificar el correcto funcionamiento de cada uno de los sistemas de bombeo en los que se engloban el sistema de bombeo para riego de áreas verdes, el sistema de bombeo para aguas tratadas, el sistema de bombeo de agua potable, el sistema de bombeo de aguas pluviales y el sistema de bombeo contra incendios, esta verificación de funcionamiento constaba en lo siguiente:
 - a) Verificar que los sistemas automatizados encendieran en las presiones preestablecidas y de igual manera se apagaran en presiones preestablecidas en el caso del sistema de aguas pluviales que encendieran de manera correcta al activar las peras de nivel.
 - b) Verificar el amperaje al cual trabajaba cada bomba para desechar la posibilidad de alguna falla mecánica o eléctrica.



(5) Plano de distribución del P.C.I



(6) Isométrico de distribución de sistema P.C.I.

- 2- Verificar cada tablero de control de manera que funcionara en las tres posiciones, fuera, automático y manual.
- 3- Verificar que los sensores de nivel de cada una de las cisternas se encontraran censando de manera correcta hasta los equipos de cómputo de la central de seguridad del edificio.
- 4- Verificar que las cisternas se conserven cerradas y limpias.



(7) Cisternas en buen estado y cerradas.

- 5- Verificar que la tubería no presente daños superficiales como abolladuras, raspones, golpes, etc



(8) Verificación de elementos de tubería

- 6- Verificar que las válvulas expulsoras de aire de cada uno de los sistemas estén funcionando correctamente, de lo contrario darles mantenimiento correctivo o reemplazarlas.



(9) Mantenimiento a válvulas expulsoras de aire.

- 7- Verificar que las presiones en cada uno de los manómetros de los gabinetes de protección contra incendios mantuvieran una presión constante, de caso contrario buscar causa de este suceso (fugas en tubería, fugas en válvulas de pie, fugas en válvulas de compuerta, etc.).



(10) Gabinetes de P.C.I. usados en el edificio

8- Verificar las mangueras de protección contra incendios al menos una vez cada dos meses, para asegurar su funcionamiento en el momento que sea necesario.



(11) Chequeo de mangueras P.C.I.

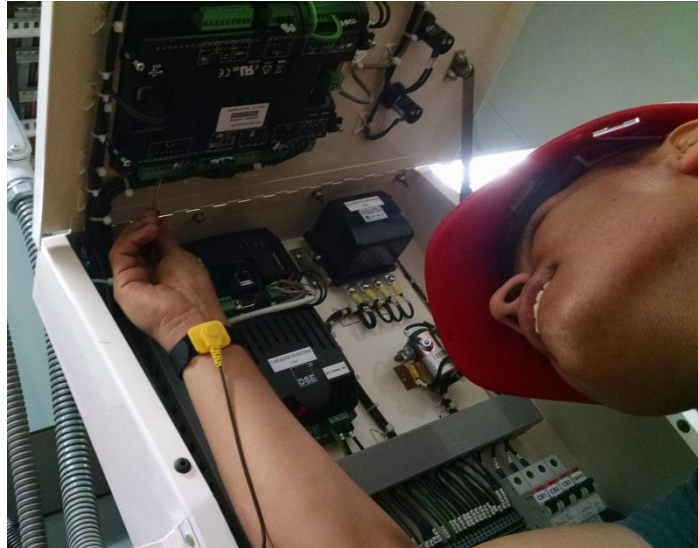
9- Abrir y cerrar válvulas de seccionamiento de cada uno de los sistemas para evitar corrosión o daños por desuso.

10-Cambiar sellos mecánicos y rodamientos de cada una de las bombas de uso continuo cada 6 meses.



(12) Cambio de rodamientos y sello mecánicos.

11-Dar mantenimiento a los tableros de control de cada uno de los sistemas, lo que incluye el ajuste de tornillos clemens, chequeo de cables de señal, limpieza de los tableros, verificación de cada uno de los componentes, usando aire comprimido, líquido dieléctrico, líquido limpiador de circuitos electrónicos, y teniendo el uso de equipo de seguridad tanto para el operario como para los componentes eléctricos del tablero (pulsera antiestática, uso de calzado antiestático, uso de ropa de algodón, uso de guantes, uso de gafas, uso de brocha de pelo de camello, uso de guantes, uso de herramienta aislada, etc.).



(13) Mantenimiento de tableros.

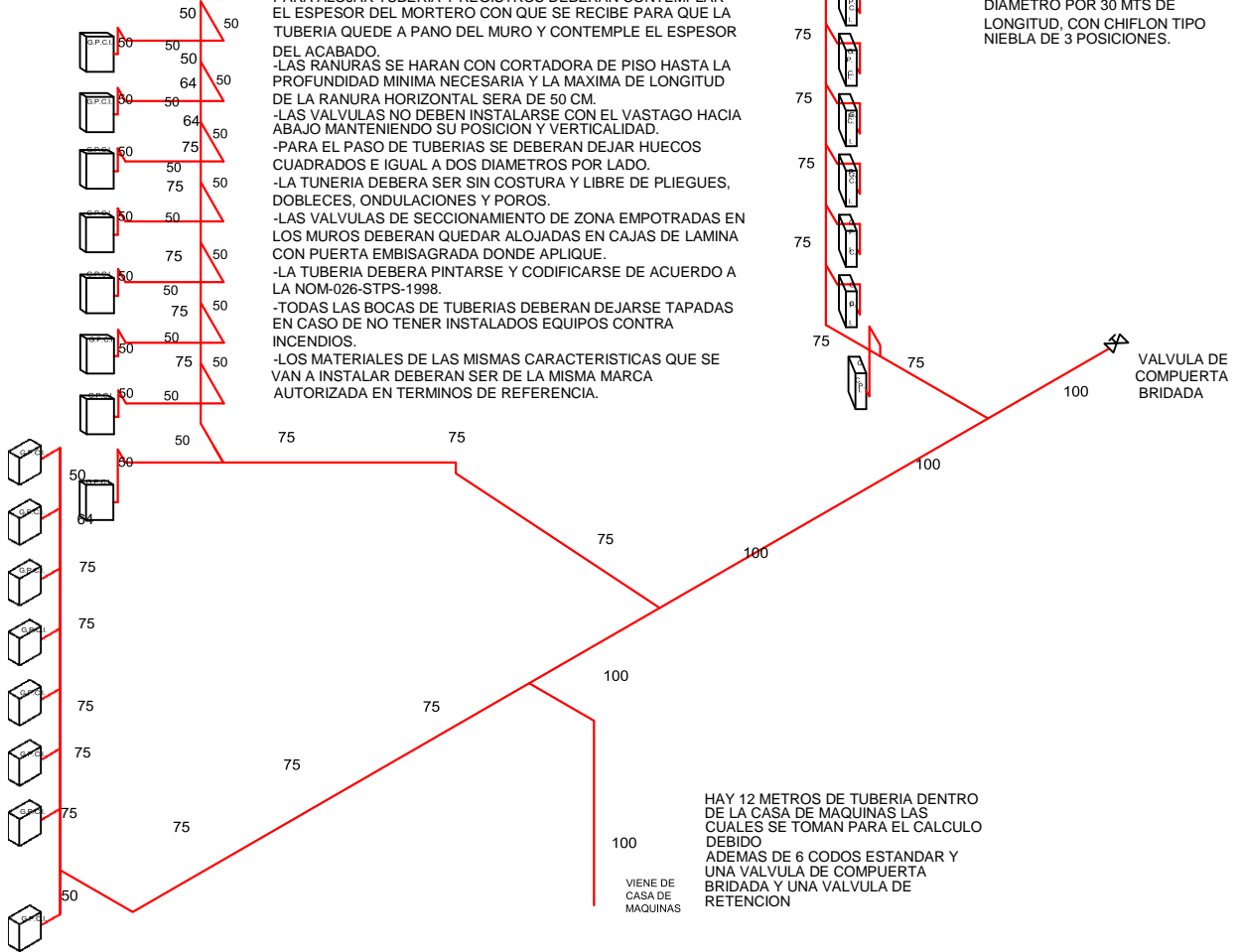
Desarrollo

Tomando en cuenta las actuales instalaciones hidráulicas contra incendios del edificio, tenemos en consideración una bomba que tiene como tubería de descarga y de succión un diámetro interior de 100 mm por lo que se puede tomar una bomba de caudal de 1136 L/ min o una de 1514 L/min.

Se tomara en consideración una bomba de 1136 L/ min, basándonos en que es el caudal combinado que se necesita para el abastecimiento de flujo en 3 hidrantes que son los que se tienen por cada ala de cada uno de los pisos, además que cubre el flujo mínimo de agua para combatir en el peor de los casos un incendio de dardo o flame jet que son de 1000 a 2000 L/min. En este caso para los cálculos se tomara en consideración el hidrante más alejado del cuarto de máquinas (lugar donde se tienen el equipo contra incendio) suponiendo que se presenta un incendio de dardo o flame jet, en este caso se requeriría de todo el caudal de la bomba en un hidrante por lo que se calculara la potencia requerida por la bomba para cumplir con estos requisitos.

Planos

- LOS DIAMETROS ESTAN INDICADOS EN MILIMETROS.
- LA TUBERIA DE PROTECCION CONTRA INCENDIO DEBERA SER MENOR O IGUAL A CED. 40 Y DE 75 MM DE DIAMETRO O MAYOR SERA DE ACERO SIN COSTURA CON EXTREMOS LISOS PARA SOLDAR CED. 40.
- EL VOLANTE DE LA VALVULA ANGULAR EN EL HIDRANTE DEBERA QUEDAR A 1.60 MTS DEL NIVEL DE PISO TERMINADO.
- LOS TUBOS SE EMPLEARAN POR TRAMOS ENTEROS Y SOLAMENTE SE PERMITIRAN UNIONES EN AQUELLOS CASOS EN QUE LA LONGITUD DE TUBERIA REBASE LAS DIMENSIONES COMERCIALES.
- LA PROFUNDIDAD DE LA RANURA, HUECOS EN MUROS, PISOS PARA ALOJAR TUBERIA Y REGISTROS DEBERAN CONTEMPLAR EL ESPESOR DEL MORTERO CON QUE SE RECIBE PARA QUE LA TUBERIA QUEDE A PANO DEL MURO Y CONTEMPLA EL ESPESOR DEL ACABADO.
- LAS RANURAS SE HARAN CON CORTADORA DE PISO HASTA LA PROFUNDIDAD MINIMA NECESARIA Y LA MAXIMA DE LONGITUD DE LA RANURA HORIZONTAL SERA DE 50 CM.
- LAS VALVULAS NO DEBEN INSTALARSE CON EL VASTAGO HACIA ABAJO MANTENIENDO SU POSICION Y VERTICALIDAD.
- PARA EL PASO DE TUBERIAS SE DEBERAN DEJAR HUECOS CUADRADOS E IGUAL A DOS DIAMETROS POR LADO.
- LA TUNERIA DEBERA SER SIN COSTURA Y LIBRE DE PLIEGUES, DOBLECES, ONDULACIONES Y POROS.
- LAS VALVULAS DE SECCIONAMIENTO DE ZONA EMPOTRADAS EN LOS MUROS DEBERAN QUEDAR ALOJADAS EN CAJAS DE LAMINA CON PUERTA EMBISAGRADA DONDE APLIQUE.
- LA TUBERIA DEBERA PINTARSE Y CODIFICARSE DE ACUERDO A LA NOM-026-STPS-1998.
- TODAS LAS BOCAS DE TUBERIAS DEBERAN DEJARSE TAPADAS EN CASO DE NO TENER INSTALADOS EQUIPOS CONTRA INCENDIOS.
- LOS MATERIALES DE LAS MISMAS CARACTERISTICAS QUE SE VAN A INSTALAR DEBERAN SER DE LA MISMA MARCA AUTORIZADA EN TERMINOS DE REFERENCIA.



SISTEMA DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS
ISOMETRICO EDIFICIO A

EDIFICIO SEDE DEL PODER JUDICIAL DE LA FEDERACION
SAN LUIS POTOSI, SAN LUIS POTOSI

ELABORO: ING. DANIEL ARMANDO JUAREZ LOPEZ

REVISO: ING. JUAN JOSE VAZQUEZ NEVEROS

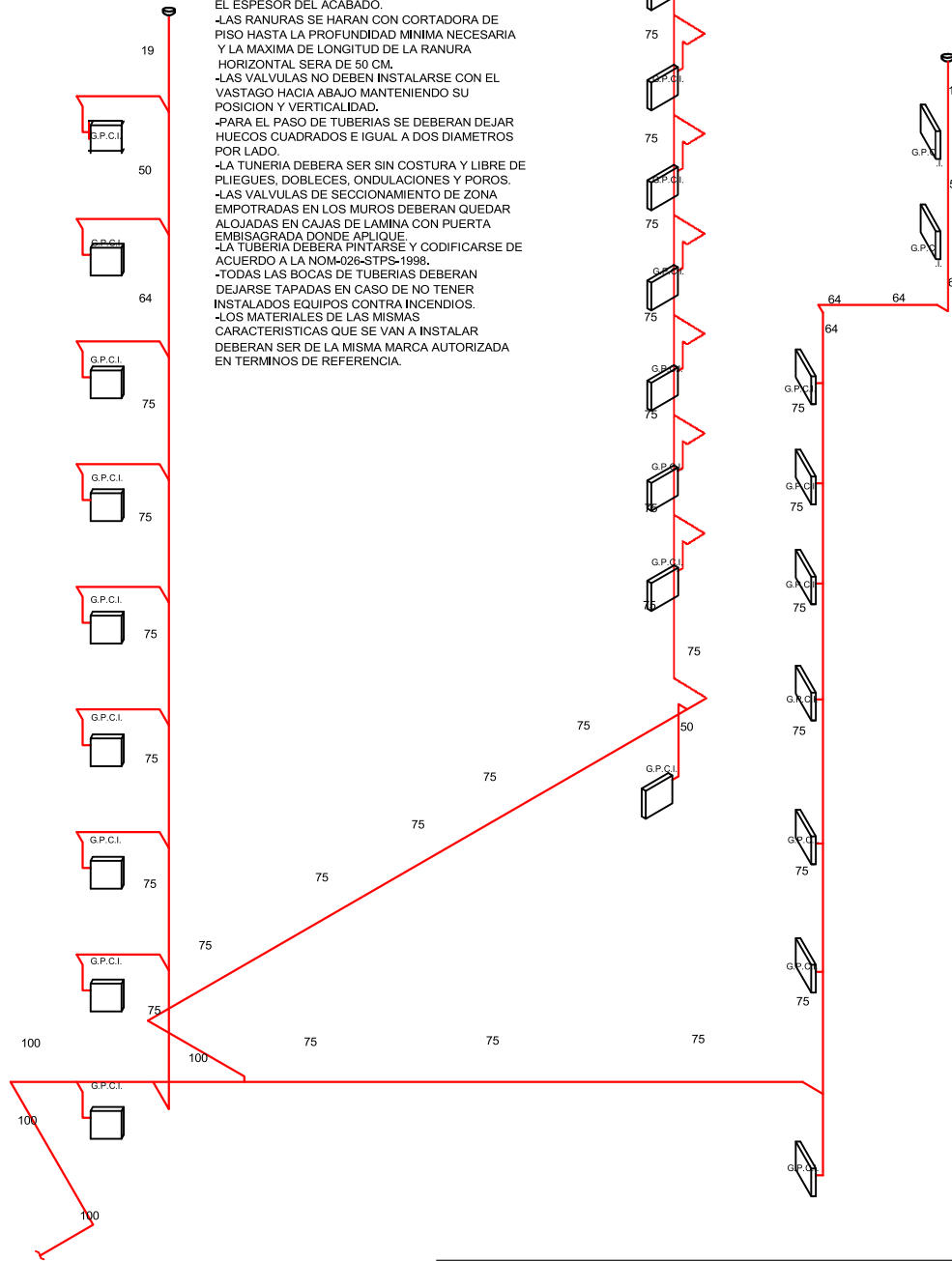



ESPACIO INDUSTRIAL
S.A. DE C.V.

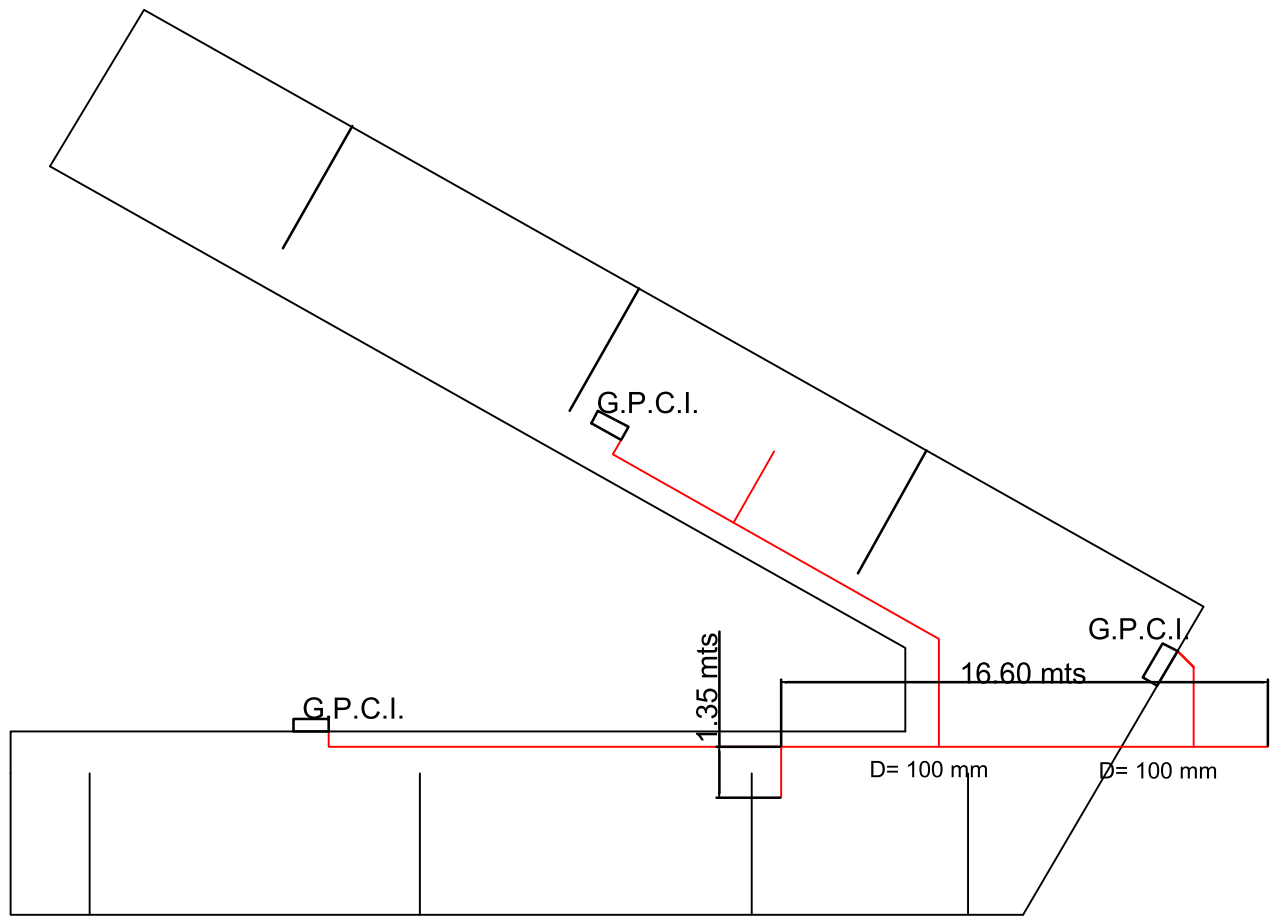
NUMERO DE PLANO
A-ISI-01

- LOS DIAMETROS ESTAN INDICADOS EN MILIMETROS.
- LA TUBERIA DE PROTECCION CONTRA INCENDIO DEBERA SER MENOR O IGUAL A CED, 40 Y DE 75 MM DE DIAMETRO O MAYOR SERA DE ACERO SIN COSTURA CON EXTREMOS LISOS PARA SOLDAR CED, 40.
- EL VOLANTE DE LA VALVULA ANGULAR EN EL HIDRANTE DEBERA QUEDAR A 1.60 MTS DEL NIVEL DE PISO TERMINADO.
- LOS TUBOS SE EMPLEARAN POR TRAMOS ENTEROS Y SOLAMENTE SE PERMITIRAN UNIONES EN AQUELLOS CASOS EN QUE LA LONGITUD DE TUBERIA REBASE LAS DIMENSIONES COMERCIALES.
- LA PROFUNDIDAD DE LA RANURA, HUECOS EN MUROS, PISOS PARA ALOJAR TUBERIA Y REGISTROS DEBERAN CONTEMPLAR EL ESPESOR DEL MORTERO CON QUE SE RECIBE PARA QUE LA TUBERIA QUEDE A PANO DEL MURO Y CONTEMPLA EL ESPESOR DEL ACABADO.
- LAS RANURAS SE HARAN CON CORTADORA DE PISO HASTA LA PROFUNDIDAD MINIMA NECESARIA Y LA MAXIMA DE LONGITUD DE LA RANURA HORIZONTAL SERA DE 50 CM.
- LAS VALVULAS NO DEBEN INSTALARSE CON EL VASTAGO HACIA ABAJO MANTENIENDO SU POSICION Y VERTICALIDAD.
- PARA EL PASO DE TUBERIAS SE DEBERAN DEJAR HUECOS CUADRADOS E IGUAL A DOS DIAMETROS POR LADO.
- LA TUBERIA DEBERA SER SIN COSTURA Y LIBRE DE PLIEGUES, DOBLECES, ONDULACIONES Y POROS.
- LAS VALVULAS DE SECCIONAMIENTO DE ZONA EMPOTRADAS EN LOS MUROS DEBERAN QUEDAR ALOJADAS EN CAJAS DE LAMINA CON PUERTA EMBISAGRADA DONDE AFLIQUE.
- LA TUBERIA DEBERA PINTARSE Y CODIFICARSE DE ACUERDO A LA NOM-026-STPS-1998.
- TODAS LAS BOCAS DE TUBERIAS DEBERAN DEJARSE TAPADAS EN CASO DE NO TENER INSTALADOS EQUIPOS CONTRA INCENDIOS.
- LOS MATERIALES DE LAS MISMAS CARACTERISTICAS QUE SE VAN A INSTALAR DEBERAN SER DE LA MISMA MARCA AUTORIZADA EN TERMINOS DE REFERENCIA.

- TUBERIA DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS
- HIDRANTE CON VALVULA ANGULAR TIPO GLOBO CON ENTRADA DE 51 MM DE DIAMETRO Y SALIDA DE 38 MM INSTALADA A 1.60 MTS SOBRE EL NTP., MANOMETRO EN EL INTERIOR DEL GABINETE. MANGUERA DE 38 MM DE DIAMETRO POR 30 MTS DE LONGITUD, CON CHIFLON TIPO NIEBLA DE 3 POSICIONES.



SISTEMA DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS ISOMETRICO EDIFICIO B	
EDIFICIO SEDE DEL PODER JUDICIAL DE LA FEDERACION SAN LUIS POTOSI, SAN LUIS POTOSI	
ELABORO: ING. DANIEL ARMANDO JUAREZ LOPEZ	
REVISO: ING. JUAN JOSE VAZQUEZ NEVEROS	
 ESPACIO INDUSTRIAL S.A. DE C.V.	NUMERO DE PLANO B-ISI-02



G.P.C.I. GABINETES DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS.

— TUBERIA DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS.

HAY UNA DIFERENCIA DE 4 METROS ENTRE CADA G.P.C.I.

SISTEMA DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS
PLANO EDIFICIO A

EDIFICIO SEDE DEL PODER JUDICIAL DE LA
FEDERACION SAN LUIS POTOSI, SAN LUIS POTOSI

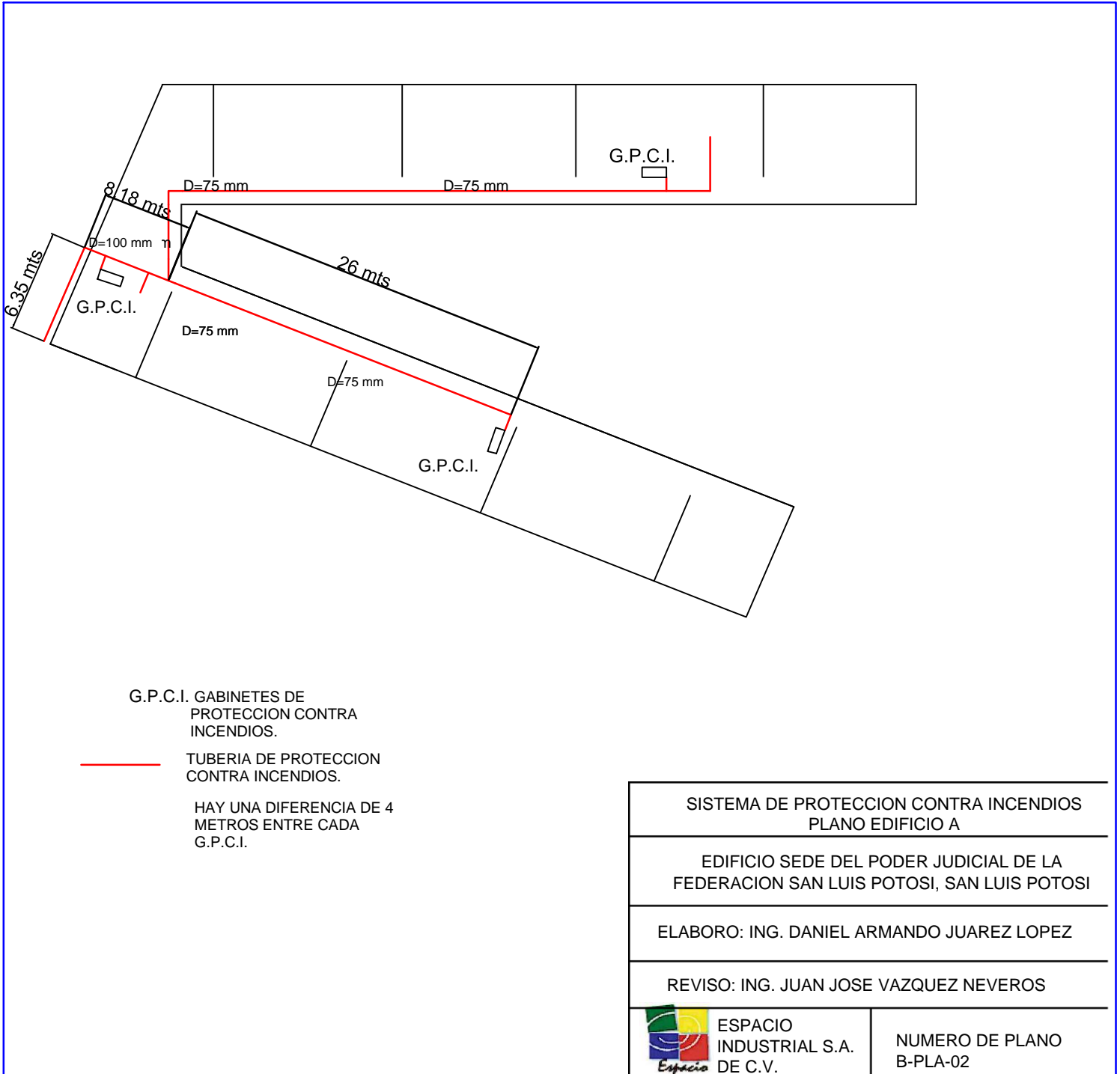
ELABORO: ING. DANIEL ARMANDO JUAREZ LOPEZ

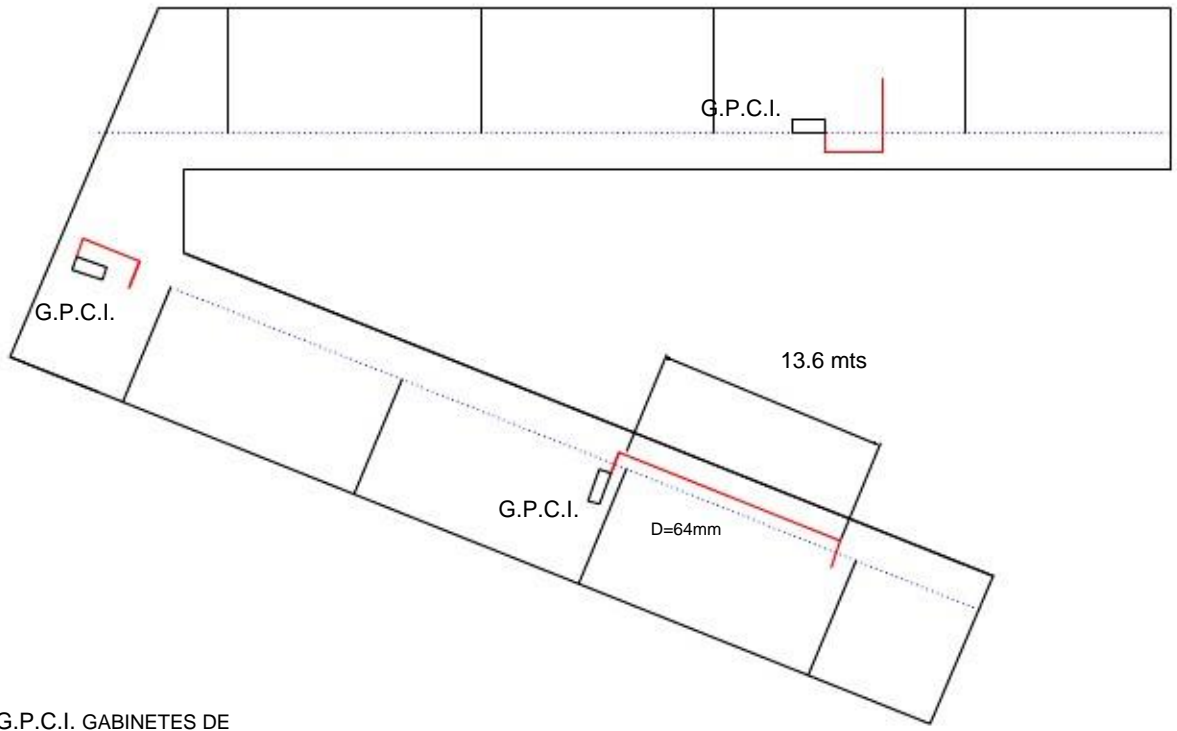
REVISO: ING. JUAN JOSE VAZQUEZ NEVEROS



ESPACIO
INDUSTRIAL S.A.
DE C.V.

NUMERO DE PLANO
A-PLA-01




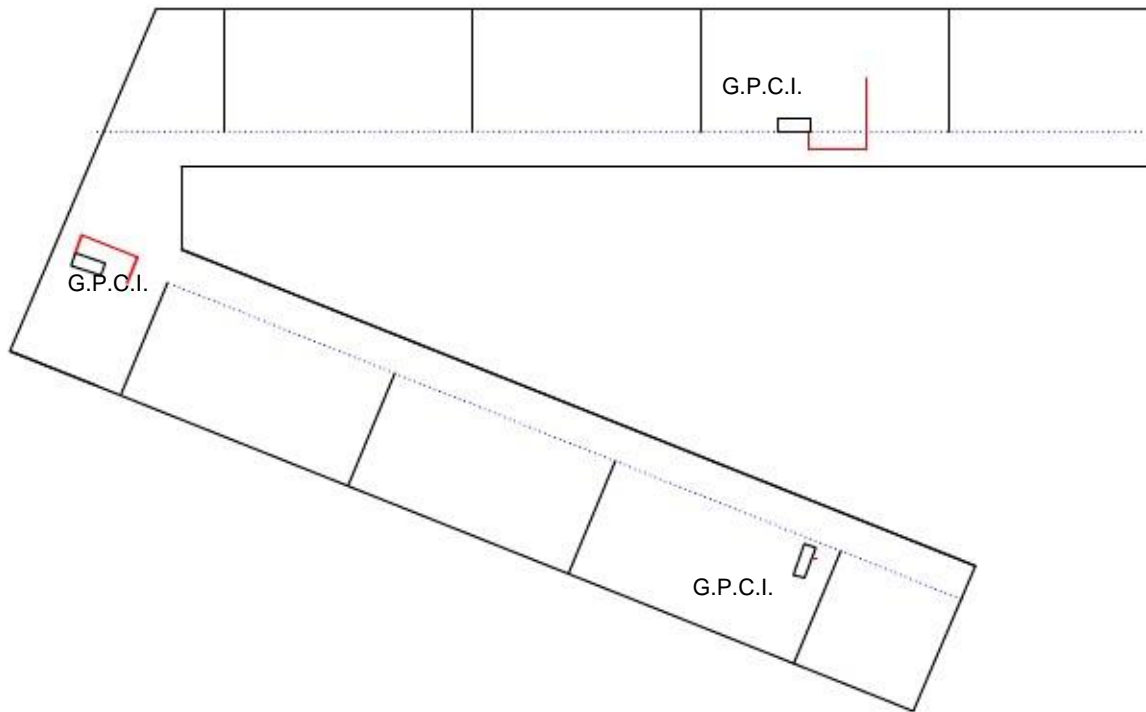


G.P.C.I. GABINETES DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS.

— TUBERIA DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS.

HAY UNA DIFERENCIA DE 4 METROS ENTRE CADA G.P.C.I.


SISTEMA DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS PLANO EDIFICIO A	
EDIFICIO SEDE DEL PODER JUDICIAL DE LA FEDERACION SAN LUIS POTOSI, SAN LUIS POTOSI	
ELABORO: ING. DANIEL ARMANDO JUAREZ LOPEZ	
REVISO: ING. JUAN JOSE VAZQUEZ NEVEROS	
 ESPACIO INDUSTRIAL S.A. DE C.V.	NUMERO DE PLANO B-PLA-06



G.P.C.I. GABINETES DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS.

 TUBERIA DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS.

HAY UNA DIFERENCIA DE 4 METROS ENTRE CADA G.P.C.I.

SISTEMA DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS PLANO EDIFICIO A	
EDIFICIO SEDE DEL PODER JUDICIAL DE LA FEDERACION SAN LUIS POTOSI, SAN LUIS POTOSI	
ELABORO: ING. DANIEL ARMANDO JUAREZ LOPEZ	
REVISO: ING. JUAN JOSE VAZQUEZ NEVEROS	
 ESPACIO INDUSTRIAL S.A. DE C.V.	NUMERO DE PLANO B-PLA-07

Cálculos (todos basados en cuanto a los planos anteriores)

$$\frac{P_1}{\rho} + \frac{V_1^2}{2 * g} + Z_1 + EA = \frac{P_2}{\rho} + \frac{V_2^2}{2 * g} + Z_2 + HT$$

Se usara la ecuación de Bernoulli para determinar las perdidas en la tubería tomando en cuenta el hidrantes más alejado del sitio de bombeo.

$$EA = \frac{P_2}{\rho} + Z_2 + HT$$

La tubería hasta el punto más alejado tiene en consideración 4 diferentes diámetros, los cuales se tomaran en cuenta para determinar las perdidas por fricción en tubería recta.

Se procederá a obtener la velocidad en la tubería de descarga de 100 mm. (se desprecia la succión debido a que la longitud del tubo hasta el nivel máximo de agua es relativamente corto).

$$V_1 = \frac{4 * Q}{\pi * d^2} \quad V_1 = \frac{4(1136 \frac{L}{min} * \frac{1 m^3}{1000 L} * \frac{1 min}{60 s})}{\pi * (0.1 m)^2} \quad V_1 = 2.4106 \text{ m/s}$$

Se procede a obtener el número de Reynolds tomando agua a 20 grados centígrados.

$$Re = \frac{V_1 * D}{\nu} \quad Re = \frac{2.4106 \text{ m/s} * .10 \text{ m}}{1.007 * 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}} \quad Re = 2.38384 * 10^5$$

(Lo que nos confirma un flujo turbulento)

Ahora obtenemos la rugosidad relativa

Tomamos el tamaño de las imperfecciones superficiales en cm del acero comercial $\varepsilon = .006$

$$\text{rugosidad relativa} = \frac{\varepsilon}{D} = \frac{.006 \text{ cm}}{10 \text{ cm}} = .0006$$

La cual en el diagrama de mody nos arroja un coeficiente de fricción de .020

A lo cual aplicamos la ecuación para perdidas por tubería recta.

$$hr = f * \frac{l}{D} * \frac{V_{100}^2}{2 * g} \qquad hr = .020 * \frac{48.48m}{.1m} * \frac{(2.4106m/s)^2}{2 * 9.81m/s^2}$$

$$hr1 = 2.8717 \text{ mcl}$$

Perdidas en tubería de 75 mm

Calculo de velocidad

$$V_2 = \frac{4 * Q}{\pi * d^2} \qquad V_2 = \frac{4(1136 \frac{L}{min} * \frac{1 m^3}{1000 L} * \frac{1 min}{60 s})}{\pi * (0.075m)^2} \qquad V_2 = 4.2856 \text{ m/s}$$

Calculo de Reynolds

$$Re = \frac{V_2 * D}{\nu} \qquad Re = \frac{4.2856 \text{ m/s} * .075m}{1.007 * 10^{-6} m^2/s} \qquad Re = 3.18196 * 10^5$$

Calculo de rugosidad relativa tomando en cuenta el mismo tipo de material

$$\text{rugosidad relativa} = \frac{\varepsilon}{D} = \frac{.006 \text{ cm}}{7.5 \text{ cm}} = .0008$$

Aplicamos la ecuación de perdida con un coeficiente de fricción de .020

$$hr = f * \frac{l}{D} * \frac{V_{75}^2}{2 * g} \qquad hr = .020 * \frac{50m}{.075m} * \frac{(4.2856m/s)^2}{2 * 9.81m/s^2}$$

$$hr2 = 12.4814 \text{ mcl}$$

Perdidas en tubería de 64 mm

Calculo de velocidad

$$V_3 = \frac{4*Q}{\pi*d^2} \quad V_3 = \frac{4(1136 \frac{L}{min} * \frac{1 m^3}{1000 L} * \frac{1 min}{60 s})}{\pi*(0.064m)^2} \quad V_3 = 5.8854 \text{ m/s}$$

Calculo de Reynolds.

$$Re = \frac{V_3*D}{\nu} \quad Re = \frac{5.8854 \text{ m/s} * 0.064m}{1.007 \times 10^{-6} m^2/s} \quad Re = 3.74047 \times 10^5$$

Calculo de rugosidad relativa tomando en cuenta hierro galvanizado

$$rugosidad \text{ relativa} = \frac{\varepsilon}{D} = \frac{.015 \text{ cm}}{6.4 \text{ cm}} = .002344$$

Aplicamos la ecuación de pérdidas por tubería recta

$$hr = f * \frac{l}{D} * \frac{V_{64}^2}{2*g} \quad hr = .0175 * \frac{17.6m}{.064m} * \frac{(5.8854 \text{ m/s})^2}{2*9.81 \text{ m/s}^2}$$

$$hr3 = 8.4961 \text{ mcl}$$

Perdidas en tubería de 50 mm

Calculo de velocidad

$$V_4 = \frac{4*Q}{\pi*d^2} \quad V_3 = \frac{4(1136 \frac{L}{min} * \frac{1 m^3}{1000 L} * \frac{1 min}{60 s})}{\pi*(0.05m)^2} \quad V_3 = 9.6426 \text{ m/s}$$

Calculo de Reynolds

$$Re = \frac{V_4*D}{\nu} \quad Re = \frac{9.6426 \text{ m/s} * .05m}{1.007 \times 10^{-6} m^2/s} \quad Re = 4.47660 \times 10^5$$

Calculo de rugosidad relativa

$$rugosidad \text{ relativa} = \frac{\varepsilon}{D} = \frac{.015 \text{ cm}}{5 \text{ cm}} = .003$$

Aplicamos la ecuación de pérdidas por tubería recta

$$hr = f * \frac{l}{D} * \frac{V_{64}^2}{2 * g} \qquad hr = .023 * \frac{4m}{.05m} * \frac{(9.6426m/s)^2}{2 * 9.81m/s^2}$$

$$hr4 = 8.7198 \text{ mcl}$$

Perdidas por reducción de tubería

Pérdidas de 100 mm a 75 mm

$$he = 1 \frac{(V_1 - V_2)^2}{2 * g} \qquad he = \frac{(2.4106m/s - 4.2856m/s)^2}{2 * 9.81m/s^2}$$

$$he1 = 0.1791 \text{ mcl}$$

Pérdidas de 75 mm a 64 mm

$$he = 1 \frac{(V_2 - V_3)^2}{2 * g} \qquad he = \frac{(4.2856m/s - 5.8854m/s)^2}{2 * 9.81m/s^2}$$

$$he2 = 0.13044 \text{ mcl}$$

Pérdidas de 64 mm a 50 mm

$$he = 1 \frac{(V_3 - V_4)^2}{2 * g} \qquad he = \frac{(5.8854m/s - 9.6426m/s)^2}{2 * 9.81m/s^2}$$

$$he3 = 0.7194 \text{ mcl}$$

Perdidas por accesorios

Dentro del cálculo de pérdidas por accesorio hay que considerar que la NFPA 14 nos indica con que accesorios de manera obligatoria debe de contar la instalación hidráulica.

Cada sistema debe de contar al inicio de la descarga de cada una de las bombas con elementos de protección es decir con los siguientes elementos.


Elemento	Imagen
Conexión flexible	
Válvula anti retorno	
Válvula de compuerta	

Tabla (4) elementos de tubería

Dentro de la sección de tubería de 100 mm obtenemos los siguientes accesorios con los correspondientes coeficientes.

Accesorio	Cantidad	Constante k	Constante k total
Codo a 90 estándar	9	0.9	8.1
Válvula de retención	1	2.5	2.5
Válvula de compuerta	2	0.19	0.38
T estándar	5	1.8	9
Total			19.98

Tabla (5) accesorios de tubería

$$ha = k * \frac{V_1^2}{2 * g} \quad ha = 19.98 * \frac{2.4106 m/s^2}{2 * 2.81 m/s^2} \quad ha1 = 5.9176 mcl$$

Accesorios en tubería de 75 mm

Accesorio	Cantidad	Constante k	Constante k total
Codo a 90 estándar	1	0.9	0.9
T estándar	7	1.8	12.6
Total			13.5

Tabla (6) accesorios de tubería

$$ha = k * \frac{V_2^2}{2 * g} \quad ha = 13.5 * \frac{4.2856 m/s^2}{2 * 2.81 m/s^2} \quad ha2 = 12.6374 mcl$$

Accesorios en tubería de 64 mm

Accesorio	Cantidad	Constante k	Constante k total
Codo a 90 estándar	2	.9	1.8
T estándar	1	1.8	1.8
Total			3.6

Tabla (7) accesorios de tubería

$$ha = k * \frac{V_3^2}{2 * g} \quad ha = 3.6 * \frac{5.8854 m/s^2}{2 * 2.81 m/s^2} \quad ha3 = 3.3555 mcl$$

Accesorios en tubería de 50 mm

Accesorio	Cantidad	Constante k	Constante k total
Codo a 90 estándar	1	0.9	0.9
Total			0.9

Tabla (8) accesorios de tubería

$$ha = k * \frac{V_4^2}{2 * g} \quad ha = .9 * \frac{9.6426 m/s^2}{2 * 2.81 m/s^2} \quad ha4 = 0.9004 mcl$$

Total de pérdidas en tubería

$$HT = hr1 + hr2 + hr3 + hr4 + he1 + he2 + he3 + ha1 + ha2 + ha3 + ha4$$

$$HT = (2.8717 + 12.4814 + 8.4961 + 8.7198 + 0.1791 + 0.13044 + 0.7194 + 5.9176 + 12.6374 + 3.3555 + 0.9004)mcl$$

$$HT = 56.4088 mcl$$

De acuerdo a la NFPA la presión mínima que se debe guardar en cada punto de la línea es de $7 \frac{kg}{cm^2}$, tomando este dato como la presión número dos, y tenemos también que la altura geodésica total del hidrante más alejado hasta el sitio de succión es de 40 más de altura, lo que podemos decir que se guarda una columna de líquido de 40 mcl.

Entonces tenemos que:

$$EA = \frac{P_2}{\rho} + Z_2 + HT \quad EA = \frac{7 \frac{kg}{cm^2} * \frac{(100cm)^2}{1m^2}}{1000 \frac{kg}{m^3}} + 40m + 56.4088m$$

$$EA = 166.409 m$$

Si aplicamos esto para determinar la potencia mínima que necesita la bomba tenemos que tomando en cuenta la eficiencia estándar de bombas contra incendios siendo este el 90%.

$$Pt = \frac{EA * \rho * g * Q}{n} \quad Pt = \frac{161.582m * 1000 \frac{kg}{m^3} * 9.81 \frac{m}{s^2} * 1136L/min * \frac{1m^3}{1000L} * \frac{1min}{60s}}{.90}$$

$$Pt = 34342.4 Watts$$

Lo cual expresado en hp sería

$$Pt = 34342.4w \frac{1 hp}{745.7w} \quad Pt = 46.0539 hp$$

De acuerdo con las normas de la NFPA es conveniente que la bomba eléctrica como la de combustión interna cumplan con la potencia mínima que resulta del

cálculo de presión en el último gabinete contra incendio de la instalación es decir el más alejado más un 10 % de tolerancia en el caso de la bomba de combustión interna.

$$PB = 46.0539 \text{ hp} + (0.10(46.0539\text{hp}))$$

$$PB = 50.6593 \text{ hp}$$

En este caso la NFPA 20 nos enlista una serie de motores con diferentes potencias nominales en el mercado y el consumo de corriente.

Potencia nominal en caballo de fuerza (hp).	Corriente con motor en reposo de tres fases de 460 V (en Ampers)
5	46
7.5	64
10	81
15	116
20	145
25	183
30	217
40	290
50	362
60	435
75	543
100	725

125	908
150	1085
200	1450
250	1825
300	2200
350	2550
400	2900
450	3250

Tabla (9) potencia y amperaje de motores

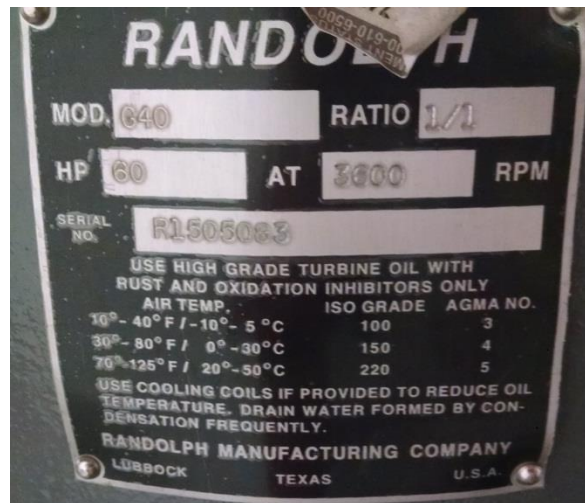
Es decir en este caso necesitamos de un motor eléctrico de 60 hp para que trabaje la bomba en cuanto a la norma, esto si se desea conservar las bombas existentes, debido a que tenemos instalado un motor eléctrico de 25 hp para una bomba que soporta hasta 60 hp de potencia, podemos deducir puede haber un sobreesfuerzo en la bomba porque estaría trabajando en su máximo permisible, aunque por las pérdidas de potencia por transmisión podrían considerarse, en este caso en particular podríamos optar por un motor de 50 hp.



(14) Placa característica del motor eléctrico



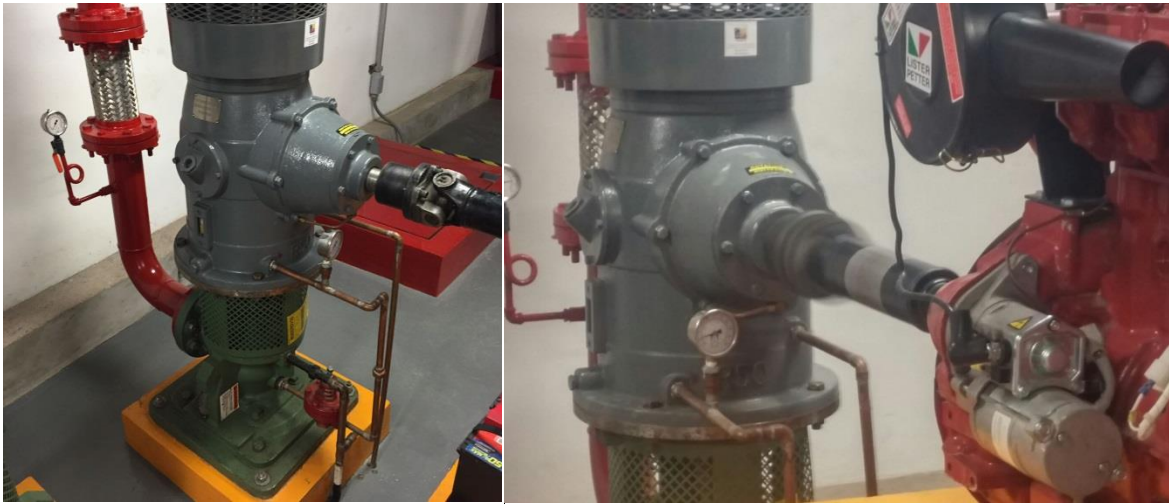
(15) Acoplamiento motor-bomba eléctrica



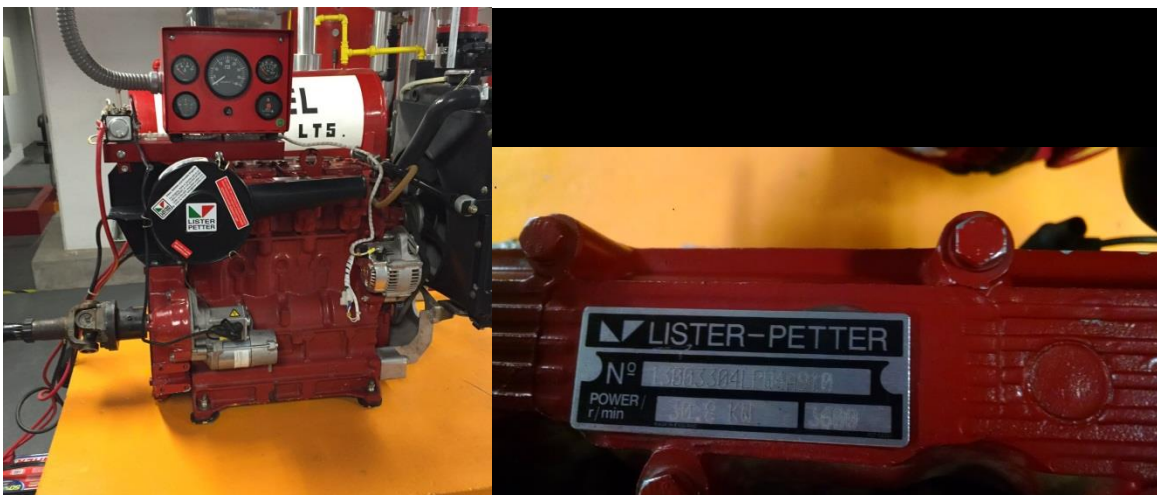
(16) Placa característica de las dos bombas

En cuanto a la potencia nominal que puede soportar cada bomba por separado no hay ningún problema, sin embargo vemos que la potencia del motor eléctrico no cumple con los requerimientos mínimos que se tienen para que la instalación este dentro de estas normas y pueda pasar una certificación por parte de los peritos correspondientes a la NFPA.

Por otro lado tenemos una bomba acoplada a un motor de combustión interna que tampoco cumple con los requerimientos.



(17) Acoplamiento bomba-motor de combustión interna



(18) Motor de combustión interna y su placa característica

Podemos observar que el motor de combustión interna entrega 30.8 kw de potencia.

$$PMI = (30.8 \text{ kw}) \left(\frac{1 \text{ hp}}{0.74570 \text{ kw}} \right)$$

$$PMI = 41.3035 \text{ hp}$$

Esta sería la potencia entregada por el motor de combustión interna hacia la bomba lo cual nos indica que no cumple con los requerimientos antes mencionados en cuanto a la potencia.

En cuanto a los requerimientos del motor a considerar están los siguientes.

- 1) Los motores diésel para el impulso de las bombas contra incendios deberán ser del tipo de ignición por compresión.
- 2) No deberán utilizarse motores de combustión interna encendidos por chispa.
- 3) Los motores deberán estar listados única y exclusivamente para el servicio de bombas contra incendios, es decir no tendrá otro uso dentro de las instalaciones en donde esté instalado.
- 4) Los motores deberán tener una placa indicando la clasificación listada disponible en caballos de fuerza para impulsar la bomba.
- 5) La capacidad de potencia del motor, cuando es equipada para servicio de incendios, no deberá ser menos que el 10 por ciento mayor que la potencia listada en la placa del motor.
- 6) Cuando se utilicen impulsores de ángulo recto entre la bomba de turbina y su impulsor, el requerimiento de caballos de fuerza de la bomba deberá incrementarse por si existe una pérdida de energía en el impulsor de engranajes.
- 7) Después de cumplir con los requerimientos anteriormente mencionados, los motores deberá tener una clasificación mínima de caballos de fuerza de 4 horas igual o mayor a los caballos de fuerza requeridos para impulsar la bomba a su velocidad clasificada bajo cualquier condición de la carga de la bomba.

Conclusiones y recomendaciones

El sistema de protección contra incendio, dentro de lo que es el sistema hidráulico fijo que actualmente se mantiene funcionando dentro de las instalaciones del edificio sede del Poder Judicial de la Federación en el Estado de San Luis Potosí, a pesar de estar en su mayor parte dentro de las normas que indican los libros de la NFPS, que es la principal norma en la que se basan los actuales sistemas hidráulicos contra incendios, presenta una principal falla de diseño, que recae en el sistema de bombeo dado que el motor acoplado, tanto como el motor eléctrico como el motor de combustión interna, no cumplen con la suficiente potencia para abastecer el caudal que estipulan estas normas.

Por lo que se hizo nuevamente un cálculo dando como resultado un faltante de potencia de aproximadamente el 10% que existe en el actual sistema en lo que al sistema de combustión interna se refiere y más de un 50% en cuando al sistema impulsado por motor eléctrico.

Dichas normas las cuales se tomaron para referencia del diseño, estipulan que cada uno de los sistemas de bombeo por separado tiene que bombear el mismo caudal, en caso de un corte de energía del sistema eléctrico o debido a un desabasto de combustible en el sistema de combustión interna.

Mientras que es sistema de conservación de presión se estipula que debe de ser de 1 hp, lo cual concuerda al sistema actual.

Lo más recomendable en este caso es buscar los motores que satisfagan con la entrega de potencia que demanda cada bomba sin sobrepasar la potencia de entrada que tiene permisible cada uno de estos sistemas, que en este caso es de 60 hp, al igual que se tiene que buscar que los acoplamientos sean los correctos para cada uno de los modelos, esto para que la pérdida de potencia por transmisión se mínima sin que afecte a la entrega total que trabajara en cada una de las bombas.

Otra recomendación que se hace puntalmente sin haber sido incluida por las autoridades correspondientes dentro del proyecto, seria las sustitución el material de construcción de las bases fijas de cada uno de los sistemas, esto debido a que se usó en mayor parte mortero en vez de concreto, así como la ausencia de un chasis o trineo para el motor de combustión interna así como sus soportes o inhibidores de vibración, ya que por desgracia esta vibración en combinación con el material con el que está construido la base de dicho equipo (mortero) provoca que se agriete y despreque del nivel del piso terminado, poniendo en riesgo la vida útil de dicho equipo y tomando en cuenta que es un equipo de alta criticidad

debido a que dicho sistema tiene que estar disponible las 24 horas del día durante los 365 días del año.

Otra observación que se hace puntualmente es que el sistema en la parte de tubería no cuenta con seccionamientos por edificio y por nivel además de no contar con un acoplamiento flexible en la unión de los ramales de cada uno de los edificios, que a pesar de no estar construido en una zona de alta actividad sísmica, es prudente que cuente con dicho elemento para prevenir cualquier situación producida por un sismo y en cuestión a los seccionamiento por niveles, sería prudente contar con una válvula de compuerta en cada uno de ellos para poder dirigir el caudal a través de estos a una zona en específico de alguno de los edificios en caso de necesitarse.

En conclusión, el sistema contra incendios del edificio en cuestión cuenta con muchas y variadas irregularidades que en su momento no se tomaron en cuenta, que a pesar de no ser irreparables, ponen en riesgo la vida útil tanto de los equipos como de los elementos que conforman dicho sistemas, además de poner en riesgo vidas como información que es de vital importancia para el funcionamiento de dicha dependencia.

Bibliografía

Ing. Miguel Herrera Reyes Gerente de Loss Control, marzo del 2006, Sistema fijo contra incendios, academia mexicana de ciencias parciales registro núm. AMECIPE-IYE01/06

José Antonio Neira Rodríguez, 2008, Instalaciones protección contra incendios,

NFPA, 2007, Norma para la instalación de sistemas de tubería vertical y mangueras (edición 2007).

NFPA, 2007, Norma para la instalación de bombas estacionarias de protección contra incendios. (Edición 2007).

Rene Hagen y Louis Witloks, junio del 2016, Los fundamentos de la seguridad contra incendios.

STPS, junio del 2000, norma oficial mexicana NOM-002-STPS-2000,

<https://www.quiminet.com/articulos/la-importancia-de-instalar-un-sistema-contra-incendio-2665076.htm> (recuperado en marzo del 2017)

<http://joseprada.com/2014/06/la-elaboracion-de-una-ingenieria-de-incendios/>

José Prada artículo recomendaciones generales para protección contra incendios en edificaciones (recuperado en abril del 2017)

https://www.msssi.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/agenBiologicos/pdfs/11_le g.pdf (recuperado en mayo del 2017)

Glosario

AFFF: alude a los concentrados de espumas formadoras de película acuosa, su origen debe a la contracción, en inglés, de las palabras Aqueous Film Forming Foam (Película acuosa formando espuma). La aplicación de las mismas es exclusiva en combustibles no polares (hidrocarburos).

Flujo: movimiento de un fluido.

Hidrantes: es un equipo que suministra gran cantidad de agua en poco tiempo. Permite la conexión de mangueras y equipos de lucha contra incendios, así como el llenado de las cisternas de agua de los bomberos.

Impulsor: elemento de un sistema de bombeo el cual agrega velocidad y flujo volumétrico dentro del sistema.

NFPA: National Fire Protection Association (asociación nacional de protección contra incendios) es la serie de normas y reglas que se han de seguir para mantener un sistema de protección contra incendios así como todos sus derivados en buen estado y funcionando.

NSHT: National Standard Hose Thread (estándar nacional de roscas en mangueras).

STPS: secretaria del trabajo y previsión social.

Turbulento: que está en estado de turbulencia o agitación.

Anexo A

TABLA 2
DENSIDAD RELATIVA Y VISCOSIDAD CINEMATICA
DE ALGUNOS LIQUIDOS

(Viscosidad cinemática = valor de la tabla · 10⁻⁶)

Temp (° C)	Agua**		Disolvente comercial		Tetracloruro de carbono		Aceite lubricante medio	
	Densid. relat.	Visc. cinem. (m ² /s)	Densid. relat.	Visc. cinem. (m ² /s)	Densid. relat.	Visc. cinem. (m ² /s)	Densid. relat.	Visc. cinem. (m ² /s)
5	1,000	1,520	0,728	1,476	1,620	0,763	0,905	471
10	1,000	1,308	0,725	1,376	1,608	0,696	0,900	260
15	0,999	1,142	0,721	1,301	1,595	0,655	0,896	186
20	0,998	1,007	0,718	1,189	1,584	0,612	0,893	122
25	0,997	0,897	0,714	1,101	1,572	0,572	0,890	92
30	0,995	0,804	0,710	1,049	1,558	0,531	0,886	71
35	0,993	0,727	0,706	0,984	1,544	0,504	0,883	54,9
40	0,991	0,661	0,703	0,932	1,522	0,482	0,875	39,4
50	0,990	0,556					0,866	25,7
65	0,980	0,442					0,865	15,4

Temp (° C)	Aceite a prueba de polvo*		Fuel-oil medio*		Fuel-oil pesado*		Gasolina*	
	Densid. relat.	Visc. cinem. (m ² /s)	Densid. relat.	Visc. cinem. (m ² /s)	Densid. relat.	Visc. cinem. (m ² /s)	Densid. relat.	Visc. cinem. (m ² /s)
5	0,917	72,9	0,865	6,01	0,918	400	0,737	0,749
10	0,913	52,4	0,861	5,16	0,915	290	0,733	0,710
15	0,910	39,0	0,857	4,47	0,912	201	0,729	0,683
20	0,906	29,7	0,855	3,94	0,909	156	0,725	0,648
25	0,903	23,1	0,852	3,44	0,906	118	0,721	0,625
30	0,900	18,5	0,849	3,11	0,904	89	0,717	0,595
35	0,897	15,2	0,846	2,77	0,901	67,9	0,713	0,570
40	0,893	12,9	0,842	2,39	0,898	52,8	0,709	0,545

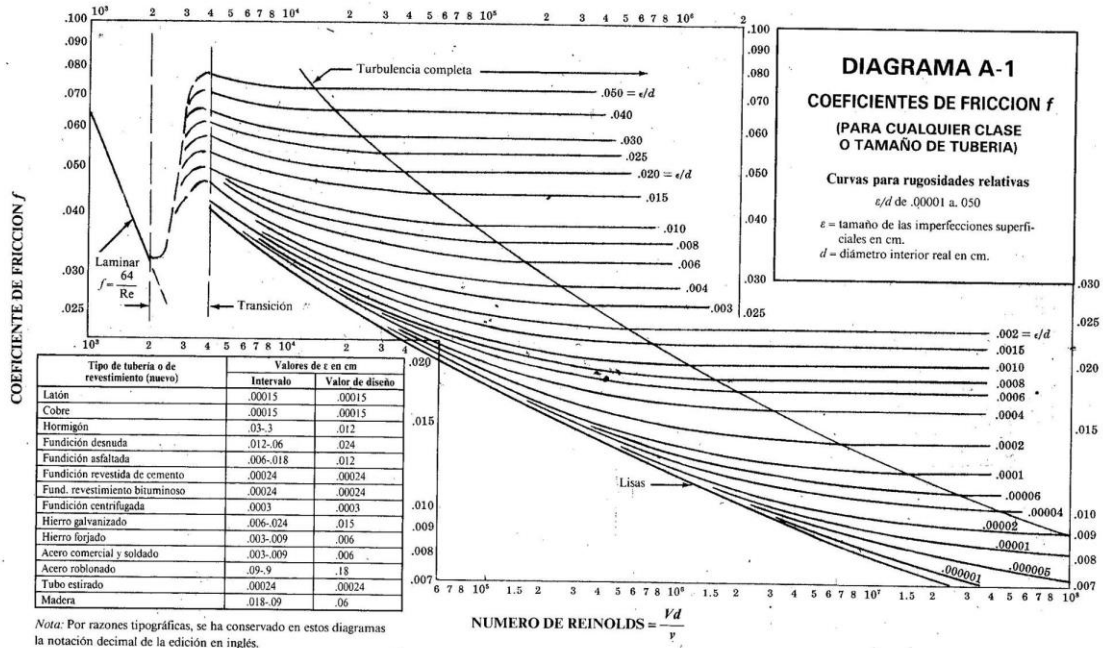
Algunos otros líquidos

Líquido y temperatura	Densid. relat.	Visc. cinem. (m ² /s)
Turpentina a 20° C	0,862	1,73
Aceite de linaza a 30° C	0,925	35,9
Alcohol etílico a 20° C	0,789	1,53
Benceno a 20° C	0,879	0,745
Glicerina a 20° C	1,262	661
Aceite de castor a 20° C	0,960	1.031
Aceite ligero de máq. a 16,5° C	0,907	137

* Kessler y Lenz, Universidad de Wisconsin, Madison.

** ASCE Manual 25.

Anexo B



Anexo C

Accesorios	K
Válvula de globo completamente abierta	10.0
Válvula de ángulo completamente abierta	5.0
Válvula de retención de columpio abierta	2.5
Válvula de compuerta abierta	0.19
Codo en U	2.2
Conexión en T estándar	1.8
Codo estándar	0.9
Codo de radio medio	0.75
Codo de radio largo	0.60
Codo de 45 grados	0.45
Válvula de control abierta	3.0
De depósito a tubería a ras	0.50
De tubería a depósito (pérdida a la salida)	1.00

Anexo D

Factores de conversión

DIMENSIÓN	MÉTRICO	MÉTRICO/INGLÉS
Aceleración	1 m/s ² – 100 cm/s ²	1 m/s ² – 3.2808 ft/s ² 1 ft/s ² – 0.3048* m/s ²
Área	1 m ² – 10 ⁴ cm ² – 10 ⁶ mm ² – 10 ⁻⁶ km ²	1 m ² – 1 550 in ² – 10.764 ft ² 1 ft ² – 144 in ² – 0.09290304* m ²
Densidad	1 g/cm ³ – 1 kg/L – 1 000 kg/m ³	1 g/cm ³ – 62.428 lbm/ft ³ – 0.036127 lbm/in ³ 1 lbm/in ³ – 1 728 lbm/ft ³ 1 kg/m ³ – 0.062428 lbm/ft ³
Energía, calor, trabajo, energía interna, entalpía	1 kJ – 1 000 J – 1 000 N · m – 1 kPa · m ³ 1 kJ/kg – 1 000 m ² /s ² 1 kWh – 3 600 kJ 1 cal ^t – 4.184 J 1 IT cal ^t – 4.1868 J 1 Cal ^t – 4.1868 kJ	1 kJ – 0.94782 Btu 1 Btu – 1.055056 kJ – 5.40395 psia · ft ³ – 778.169 lbf · ft 1 Btu/lbm – 25 037 ft ² /s ² – 2.326* kJ/kg 1 kJ/kg – 0.430 Btu/lbm 1 kWh – 3 412.14 Btu 1 termia – 10 ⁵ Btu – 1.055 × 10 ⁵ kJ (gas natural)
Fuerza	1 N – 1 kg · m/s ² – 10 ⁵ dina 1 kgf – 9.80665 N	1 N – 0.22481 lbf 1 lbf – 32.174 lbm · ft/s ² – 4.44822 N
Flujo de calor	1 W/cm ² – 10 ⁴ W/m ²	1 W/m ² – 0.3171 Btu/h · ft ²
Coefficiente de transferencia de calor	1 W/m ² · °C – 1 W/m ² · K	1 W/m ² · °C – 0.17612 Btu/h · ft ² · °F
Longitud	1 m – 100 cm – 1 000 mm – 10 ⁶ μm 1 km – 1 000 m	1 m – 39.370 in – 3.2808 ft – 1.0926 yd 1 ft – 12 in – 0.3048* m 1 milla – 5 280 ft – 1.6093 km 1 in – 2.54* cm
Masa	1 kg – 1 000 g 1 tonelada métrica – 1 000 kg	1 kg – 2.2046226 lbm 1 lbm – 0.45359237* kg 1 onza – 28.3495 g 1 slug – 32.174 lbm – 14.5939 kg 1 ton corta – 2 000 lbm – 907.1847 kg
Potencia, velocidad de transferencia de calor	1 W – 1 J/s 1 kW – 1 000 W – 1.341 hp 1 hp ^t – 745.7 W	1 kW – 3 412.14 Btu/h – 737.56 lbf · ft/s 1 hp – 550 lbf · ft/s – 0.7068 Btu/s – 42.41 Btu/min – 2544.5 Btu/h – 0.74570 kW 1 hp de caldera – 33 475 Btu/h 1 Btu/h – 1.055056 kJ/h 1 ton de refrigeración – 200 Btu/min
Presión	1 Pa – 1 N/m ² 1 kPa – 10 ³ Pa – 10 ⁻³ MPa 1 atm – 101.325 kPa – 1.01325 bars – 760 mm Hg a 0°C – 1.03323 kgf/cm ² 1 mm Hg – 0.1333 kPa	1 Pa – 1.4504 × 10 ⁻⁴ psia – 0.020886 lbf/ft ² 1 psi – 144 lbf/ft ² – 6.894757 kPa 1 atm – 14.696 psia – 29.92 in Hg a 30°F 1 in Hg – 3.387 kPa
Calor específico	1 kJ/kg · °C – 1 kJ/kg · K – 1 J/g · °C	1 Btu/lbm · °F – 4.1868 kJ/kg · °C 1 Btu/lbmol · R – 4.1868 kJ/kmol · K 1 kJ/kg · °C – 0.23885 Btu/lbm · °F – 0.23885 Btu/lbm · R

Anexo E

DIMENSIÓN	MÉTRICO	MÉTRICO/INGLÉS
Volumen específico	1 m ³ /kg – 1 000 L/kg – 1 000 cm ³ /g	1 m ³ /kg – 16.02 ft ³ /lbm 1 ft ³ /lbm – 0.062428 m ³ /kg
Temperatura	T(K) – T(°C) + 273.15 ΔT(K) – ΔT(°C)	T(R) – T(°F) + 459.67 – 1.8T(K) T(°F) – 1.8 T(°C) + 32 ΔT(°F) – ΔT(R) – 1.8 ΔT(K)
Conductividad térmica	1 W/m · °C – 1 W/m · K	1 W/m · °C – 0.57782 Btu/h · ft · °F
Velocidad	1 m/s – 3.60 km/h	1 m/s – 3.2808 ft/s – 2.237 mi/h 1 mi/h – 1.46667 ft/s 1 mi/h – 1.6093 km/h
Volumen	1 m ³ – 1 000 L – 10 ⁶ cm ³ (cc)	1 m ³ – 6.1024 × 10 ⁴ in ³ – 35.315 ft ³ – 264.17 gal (U.S.) 1 U.S. galón – 231 in ³ – 3.7854 L 1 fl onza – 29.5735 cm ³ – 0.0295735 L 1 U.S. galón – 128 fl onzas
Tasa de flujo volumétrico	1 m ³ /s – 60 000 L/min – 10 ⁶ cm ³ /s	1 m ³ /s – 15 850 gal/min (gpm) – 35.315 ft ³ /s – 2 118.9 ft ³ /min (cfm)

¹Caballo de fuerza mecánico. El caballo de vapor eléctrico se toma para que sea exactamente igual a 746 W.

Algunas constantes físicas

Constante universal de los gases	$R_u = 8.31447 \text{ kJ/kmol} \cdot \text{K}$ – 8.31447 kPa · m ³ /kmol · K – 0.0831447 bar · m ³ /kmol · K – 82.05 L · atm/kmol · K – 1.9858 Btu/lbmol · R – 1 545.37 ft · lbf/lbmol · R – 10.73 psia · ft ³ /lbmol · R
Aceleración de la gravedad estándar	$g = 9.80665 \text{ m/s}^2$ – 32.174 ft/s ²
Presión atmosférica estándar	1 atm – 101.325 kPa – 1.01325 bar – 14.696 psia – 760 mm Hg (0°C) – 29.9213 in Hg (32°F) – 10.3323 m H ₂ O (4°C)
Constante de Stefan-Boltzmann	$\sigma = 5.6704 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$ – 0.1714 × 10 ⁻⁸ Btu/h · ft ² · R ⁴
Constante de Boltzmann	$k = 1.380650 \times 10^{-23} \text{ J/K}$
Velocidad de la luz en el vacío	$c_0 = 2.9979 \times 10^8 \text{ m/s}$ – 9.836 × 10 ⁸ ft/s
Velocidad del sonido en aire seco a 0°C y 1 atm	$c = 331.36 \text{ m/s}$ – 1089 ft/s
Calor de fusión del agua a 1 atm	$h_f = 333.7 \text{ kJ/kg}$ – 143.5 Btu/lbm
Entalpia de vaporización del agua a 1 atm	$h_g = 2 256.5 \text{ kJ/kg}$ – 970.12 Btu/lbm