

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

7-47
124

**PROYECTO PARA LA PROTECCION
CONTRA INCENDIO DE LA RED
DEL METRO DE LA CIUDAD
DE MEXICO**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A N**

**ROBERTO ZUBELDIE ZUÑIGA
EMILIO DEL RASSO DE LA FUENTE**

**DIRECTOR DE TESIS:
ING. ENRIQUE GALVAN AREVALO**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

PROYECTO PARA LA PROTECCION CONTRA INCENDIO DE
LA RED DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO

TEMARIO

INTRODUCCION	1
1. ORIGENES DEL PRIMER METRO DEL MUNDO.	
- Breve resumen de la evolución de la <i>transportación</i> urbana Londinense, hasta llegar al "Metropolitan".....	3
2. HISTORIA DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO.	
- Antecedentes de la construcción del Metro de la Ciudad de México.	7
- Conformación de la red para fines de 1982.	14
3. DESCRIPCION DEL FUNCIONAMIENTO DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO.	
- Breve descripción de las características de operación.	17
- Afluencia de usuarios.	25
4. IDENTIFICACION DE LOS RIESGOS INHERENTES A LA OPERACION. JUSTIFICACION DEL SISTEMA DE PROTECCION CONTRA INCENDIO.	
- Naturaleza del fuego.	27
- Desastres ocurridos en otros Metros.	43

- Identificación de riesgos.	49
- Justificación del Sistema de Protección Contra Incendio...	53
5. PROPOSICION DE LOS SISTEMAS DE PROTECCION CONTRA INCENDIO.	
- Fases para minimizar el riesgo de un incendio.....	55
- Sistema de Protección Contra Incendio para talleres.	59
- Sistema de Protección Contra Incendio para el nuevo edificio de P.C.C. II.	63
- Sistema de Protección Contra Incendio para las distintas modalidades de tramos.	66
- Especificaciones de equipo.	78
6. NUEVAS FORMAS DE ALIMENTACION DE LOS SISTEMAS HIDRAULICOS CONTRA INCENDIO.	
- Fuentes de agua.	110
- Utilización de los cárcamos de aguas freáticas en los -- sistemas hidráulicos contra incendio.	111
- Utilización de la red hidráulica contra incendio como -- tubería de conducción de agua potable.	128
7. ESPECIFICACIONES GENERALES QUE CUMPLAN CON LOS REGLAMENTOS DEL D.D.F. Y LA A.M.I.S..	
- Diferencias entre reglamentos.	131
- Proposición para la normalización de los sistemas de -- protección contra incendio.	135
8. CONCLUSIONES.	137
9. BIBLIOGRAFIA.	138

PROYECTO PARA LA PROTECCION CONTRA INCENDIO DE LA
RED DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO.

INTRODUCCION:

Cualquier medio de transporte tiene riesgos potenciales inherentes a su movilidad y a sus características de operación. Resulta obvio que si conocemos estos riesgos, debemos protegernos de ellos.

Se tienen noticias de incendios ocurridos en diversos Metros del mundo, que ocasionaron grandes pérdidas humanas y materiales. En el Metro de la Ciudad de México también han ocurrido conatos de incendio, que afortunadamente solo provocaron incidentes de poca importancia. Esto ha revelado que los riesgos existen; y que el equipo con que se cuenta para el combate de incendios es insuficiente para controlar una conflagración mayor.

Este trabajo pretende dar los lineamientos generales de un sistema de protección contra incendio que sea capaz de salvaguardar las vidas de millones de personas que diariamente hacen uso del Metro y que además proteja los costosos equipos e instalaciones del Sistema de Transporte Colectivo.

El desarrollo del trabajo, inicialmente plantea el -

funcionamiento general del Metro, pasando así a identificar los riesgos a los que están sujetas las instalaciones. Posteriormente se realiza un análisis de las alternativas estudiadas para el sistema de protección contra incendio, detallando la que se considera como mejor opción.

Punto de especial interés es la alimentación de la red hidráulica de protección contra incendio con aguas freáticas, o bien con alimentación directa de la red municipal de agua potable. Aquí se pretende demostrar que la tubería del sistema de protección contra incendio puede aprovecharse para la conducción de aguas (freáticas o potables), siguiendo el trazo de las líneas del Metro. Con esto, el alto costo del sistema de protección contra incendio queda justificado ya que cumple doble beneficio social: como elemento de protección y como elemento para la conducción de aguas.

Finalmente se comenta lo relacionado a las primas de seguros que paga el Sistema de Transporte Colectivo, en las cuales se obtendrían importantes descuentos por tener instalaciones mejor protegidas. Estos descuentos a largo plazo, amortizarían el costo del sistema de protección contra incendio, lo que representa una justificación adicional para su implementación.

1.- ORIGENES DEL PRIMER METRO DEL MUNDO.- Las huellas que el hombre primitivo dejó a través del continente Africano y del Continente Europeo hablan de su innato deseo por la movilidad. Es por esto que el hombre primitivo aprendió a arrastrar cargas sobre trineos para facilitar su transporte.

El punto que marca el arranque de los transportes en la historia, es quizá la invención de la rueda, en Mesopotamia, en el año 4,000 A.C. A partir de esta fecha, la evolución de los transportes no se hizo esperar, y las carretas de dos ruedas pronto aparecieron, con grandes ruedas para soportar pesadas cargas. Con esto el hombre encontró la necesidad de superficies duras y lisas para facilitar el movimiento.

Con el tiempo la evolución siguió y se cambió a carretas de cuatro ruedas, las cuales podían soportar cargas aún mayores. Paralelo a esto el hombre también contruyó caminos más duros, rectos, y que cubrieran distancias mayores.

PRIMERA TRANSPORTACION PUBLICA EN LONDRES.- Para cubrir las necesidades de tansportación pública en Londres, se introdujeron los llamados carruajes Hakney, en el año de 1625, no siendo hasta 1805 que hicieron su aparición los carruajes de cuatro ruedas. Los carruajes tirados de caballos vinieron en 1829, pasando a los trenes con el mismo sistema en 1861.

A pesar de que muchos consideran que los problemas de *transportación pública* pertenecen solo al siglo 20, fue durante 1850 que más de 750,000 viajeros entraban y salían de Londres diariamente. Las calles fueron literalmente bloqueadas por la gran variedad de vehículos con ruedas de acero, afectando los gastados nervios y el humor del frustrado viajero Londinense.

La prensa de Londres destacaba en sus páginas centrales, artículos sobre el escandaloso estado de la *transportación Londinense*. Al mismo tiempo daba espacio para comentar los grandes proyectos para aliviar las calles de mucho de su tráfico, por medio de la *transportación subterránea*.

El 10 de enero de 1863 se puso en marcha el primer tren subterráneo denominado "METROPOLITAN". Con su vía doble cubría la distancia entre Bishop's Road, Paddington y Farrington Street, cerca de Smithfields y unía en su trazo cuatro estaciones de ferrocarril, las de Paddington, Euston, King's Cross y St. Pancras. La construcción de la línea duró dos años y medio. Su doble vía podía aceptar 2 tipos de trenes, los de entrevería de 7 pies (2.13 m) y los de 4'8.5" (1.43 m), por esta razón el ancho del cajón era superior a los 10 m.

La tracción en aquel primer tren subterráneo se lograba por medio de locomotoras de vapor, las que utilizaban carbón como combustible, provocando las fácilmente imaginables mo

lestias para los usuarios.

A pesar de las desagradables condiciones creadas por las humeantes máquinas viajando en la línea subterránea, el "METROPOLITAN" fué el suceso del momento. Fué tan exitoso que en Londres se empezó a construir una extensa red de líneas subterráneas, extendiéndose hasta los crecientes suburbios.

Un túnel para vehículos fué abierto entre Rotherhithe y Wapping en marzo 25 de 1843. En 1869, cuando la London Brighton and South Coast Railway usó el túnel para servicio de tren, desde su línea principal hasta New Cross, este venía a ser el primer tren que cruzaba bajo un río.

Cuando se construyeron los tubos bajo el Támesis desde Tower Hill hasta Vine Street, con una distancia de un cuarto de milla en 1870, los ingleses inauguraron la primera línea de ferrocarril entubada en el mundo, solamente para la transportación de pasajeros.

La razón de que se le llame "METROPOLITAN" a este sistema de transporte, se basa en el hecho de que la compañía que lo construyó en Londres por primera vez fué la "METROPOLITAN RAILWAY COMPANY". Actualmente en casi todo el mundo se usa la palabra "METRO", cuando se habla de sistemas de transporte similares.

El éxito del "METROPOLITAN" también atravesó fronteras, ocasionando que en poco tiempo diversas ciudades adoptaran este medio de transporte.

A continuación se mencionan las ciudades más importantes que cuentan con "METRO" y su respectiva fecha de inauguración:

CIUDAD	ANO DE INAUGURACION
NEW YORK	1868
CHICAGO	1892
BOSTON	1897
VIENA	1898
PARIS	1900
BERLIN	1902
FILADELFIA	1907
HAMBURGO	1912
BUENOS AIRES	1913
MADRID	1919
TOKIO	1927
OSAKA	1933
MOSCU	1935
MEXICO	1969
MUNICH	1971
PEKIN	1971

2. HISTORIA DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO

El transporte urbano no es sino uno más entre los muchos y graves problemas que requieren la atención del Gobierno de las Ciudades. Cuando estas alcanzan las proporciones de la nuestra, tanto en el número de sus habitantes como en el de su extensión superficial, aquellos problemas de no ser atendidos y resueltos, pueden llegar a crear situaciones muy incómodas.

Limitando la observación a nuestra propia ciudad. Y contando con datos oficiales, comprobamos que entre 1950 y 1970 el número de automóviles registrados pasó de 55,000 a 590,000 con un aumento de 535,000 automóviles, o sea algo más del 1,000% en sólo 20 años.

Podría pensarse que este incremento en el número de vehículos particulares trae consigo una mejoría en la situación de los transportes urbanos, pero la realidad resulta antagónica a la suposición anterior, ya que las calles y avenidas, especialmente en el centro de la ciudad, por sus dimensiones, al igual que los lugares disponibles para estacionamientos, resultaban insuficientes ya a mediados de la década de los 60's. Por estos motivos, surgió como única solución viable a la creciente demanda de transporte, la construcción del Metro y así apareció en el Diario Oficial el Decreto de creación del Sistema de Transporte Colectivo, para construir, operar y explotar un

tren rápido con recorrido subterráneo y superficial, para el transporte colectivo en el Distrito Federal, el 29 de abril de 1967.

En realidad la decisión de construir un sistema de transporte rápido en nuestra ciudad, se vió demorada por los problemas técnicos específicos que por las características del subsuelo afrontaría dicha construcción, ya que necesariamente habría de ser subterráneo en su mayor parte, esto a su vez venía a sumarse a los problemas normales de obras de esta índole. Esto sin restar importancia a las grandes dificultades del financiamiento de las obras, pero no fueron estos, sino los problemas técnicos, los que parecían presentar más obstáculos, hasta el extremo de que durante mucho tiempo estos fueron considerados insuperables.

Se contó para resolver el problema con colaboradores inestimables. La misma demora en la iniciación de esta obra, trajo consigo indudables ventajas, ya que permitió soluciones con criterios técnicos que unos años antes no estaban disponibles todavía.

Era sin embargo tan evidente la necesidad del Metro, cuyo buen funcionamiento constituye en todas partes una aportación decisiva a la solución de problemas ciudadanos tan serios como los que representan la congestión, la consiguiente lenti-

tud del tráfico y la contaminación atmosférica, pero sobre todo, la necesidad de brindar a los ciudadanos un sistema de transporte adecuado a sus necesidades, a las circunstancias que crea el tamaño de la urbe, y las posibilidades técnicas de los tiempos en que vivimos, que llegó el momento en 1967, en que no podía tolerarse que las dificultades siguieran entorpeciendo el camino hacia una solución que la ciudad reclamaba con angustioso apremio. Que la decisión fué prudente, lo prueban los años que lleva funcionando el sistema y el hecho de que a la fecha no existen alternativas para satisfacer la necesidad de transporte que requieren millones de personas, ya que a pesar de ser cuantioso el número de transportados, resulta aún insuficiente para la creciente demanda de este servicio.

Hacer un resumen de la obra se antoja casi insuperable. Aplicando criterios extremos y por ello mismo equivocados, se habla de técnica francesa o de la técnica mexicana como responsable de la obra que nuestro Metro supone. A nuestro juicio no existe una técnica francesa, ni mexicana, ni de ningún otro país en particular. Existe una técnica, una sola, a la que cada país contribuye con aportaciones que su genio y sus peculiares circunstancias dan un mayor o menor relieve. En nuestro "Metro" se usó la técnica de construcción de otros Metros; a la que los franceses habían hecho durante años, contribuciones muy significativas y en el curso tanto de los proyectos como de la propia obra, tocó a los ingenieros y técni-

nicos mexicanos, el enfrentarse a problemas que les eran específicos, contribuir con soluciones que han quedado incorporadas al acervo del que ya hoy y en lo sucesivo harán uso los futuros constructores de Metros.

Como es bien sabido, el suelo de nuestra capital, - - asentada en el fondo parcialmente seco de un enorme lago, tiene una composición en la que el agua entra en un gran porcentaje. Los mantos arcillosos que lo integran son fácilmente compresibles y presentan características sumamente desventajosas para la cimentación de edificios y otras construcciones.

Por este motivo era imposible en casi todos los casos el empleo del sistema de túnel tan ampliamente utilizado en muchas otras ciudades. Se optó por el sistema de cajón modificado y mejorado para hacer frente a las características de nuestro subsuelo.

La determinación del tipo de construcción se vio precedida por exhaustivos estudios que fueron confiados al Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México y seguida por la comprobación de los resultados técnicos, realizada durante la ejecución de las obras.

El sistema de cajón utilizado consistió en excavar -- dos zanjas longitudinales de 80 cm., de ancho y 1.70 mts., de-

profundidad, separadas 7.80 mts., entre centros, trabajo hecho a mano y con las precauciones necesarias, por razón de encontrarse dentro de esta profundidad muchas de las instalaciones de teléfono, energía eléctrica, líneas para semáforos, alumbrado público, agua potable domiciliaria, drenaje de aguas de lluvia, alcantarillado, etc. Por otra parte se encuentran en estas profundidades, diferentes capas de pavimentación urbana superpuestas, cimientos de casas ubicadas en calles de antiguo trazado, etc. Una vez reforzadas lateralmente estas zanjas, se perforó con broca giratoria o de percusión hasta 9.75 mts., de profundidad, rellinando las perforaciones con lodo bentonítico. A continuación se excavó el espacio entre las perforaciones usando grúas de almeja hasta la misma profundidad de 9.75 mts., rellinando así mismo el espacio creado con lodos pesados. Para evitar derrumbes, más tarde se introdujeron las armaduras metálicas y se colaron los muros definitivos. Se procedió después a vaciar el espacio limitado lateralmente por los muros así formados, colocando puntales metálicos de contención, que evitasen el derrumbe hacia adentro de los muros. Después de colocó el piso de concreto, de un metro de espesor y situado a 7.35 mts. de la superficie de la calle. El cajón de 6.90 mts., de ancho, por 4.96 mts., de altura libre, es recubierto a continuación con lozas de concreto reforzado, quedando así un túnel rectangular capaz de alojar la doble vía con sus instalaciones y los trenes que por ellos han de circular en dos direcciones.

Se dejó libre un espacio de un metro entre la parte superior de las lozas del techo y el nivel de la calle, permitiendo así el reacomodo de los servicios urbanos antes mencionados.

Fue precisamente en la construcción de los cajones, llamados muros de Milán, donde se produjeron contribuciones estimables de nuestro país a la técnica de estas construcciones.

Los cajones formados por muros, tapa y fondo de materiales reforzados con acero, vienen a quedar flotando sobre el barro que forma nuestro subsuelo. Si el peso de los cajones fuese inferior al del barro que desalojaron, presentarían una tendencia a flotar y subir hacia la superficie. Si por el contrario fuesen más pesados, tenderían a hundirse. Deben por lo tanto tener un peso total igual al del barro que antes ocupaba su lugar, pero como en el problema intervienen otros elementos, es preciso, aún después de tomar la precaución básica del equilibrio de pesos, prever la posibilidad de desplazamientos que el túnel deberá estar en la necesidad de absorber.

También en este aspecto fue señalada la intervención del Instituto de Ingeniería de la U.N.A.M. Como resultado de los cálculos, se diseñaron e instalaron juntas flexibles capaces de aceptar las deformaciones hasta de 10 cm.

En el caso de las estaciones, cuyo peso es considerablemente menor al del barro que desalojaron, ya que su volumen es muy grande, fue necesario construir edificios que con su peso muerto reposado sobre las respectivas estaciones, restablecieran el equilibrio. Ejemplo destacado de estas construcciones lo constituyen las torres de Pino Suarez, visibles desde muchos rumbos de la ciudad.

Un nuevo problema hubo de ser resuelto por la U.N.A.M. Al ir el cemento expulsando de las zanjas el lodo bentonítico, las varillas de refuerzo de la construcción quedaban recubiertas con aquel producto. Se trataba de comprobar en qué forma podría resultar afectada la adherencia entre el cemento y las varillas, lo que de haber ocurrido disminuiría la resistencia de los muros. El resultado de las pruebas fue puesto a contribución en las construcciones, eliminando un riesgo afortunadamente previsto a tiempo.

Fue así como el 5 de septiembre de 1969 se inauguró el primer tramo de la línea 1 (Zaragoza-Chapultepec), 28 meses después del decreto de su creación y 26 desde la iniciación de los trabajos.

Usando la técnica antes descrita, se construyó posteriormente el tramo complementario de la línea 1 (Chapultepec--Observatorio), después se realizó la línea 2 en su tramo Tacu-

ba-Pino Suárez. En esta línea 2 se acondicionaron las antiguas instalaciones superficiales del tranvía que existían en Viaducto Tlalpan, aprovechándolas para el tramo Pino Suárez-Tasqueña.

El sistema de cajón también fue aplicado para la construcción de la línea 3 desde la estación La Raza hasta la estación Zapata. En el tramo La Raza-Indios Verdes, se aprovechó la suficiencia de espacio y se pudo hacer superficialmente, con el consiguiente ahorro de recursos.

Conforme ha pasado el tiempo se han logrado mejores técnicas de construcción, que obviamente van asociadas al ahorro de recursos. Estas técnicas varían dependiendo de la composición del terreno y de la disponibilidad de espacio en las avenidas donde se vaya a instalar alguna línea del Metro.

Es por esto que para fines de 1982 se tendrán 4 diferentes tipos de tramos de líneas que conformarán la red del Metro de la Ciudad:

Tramos elevados (elevación promedio de 10 mts)

Tramos superficiales.

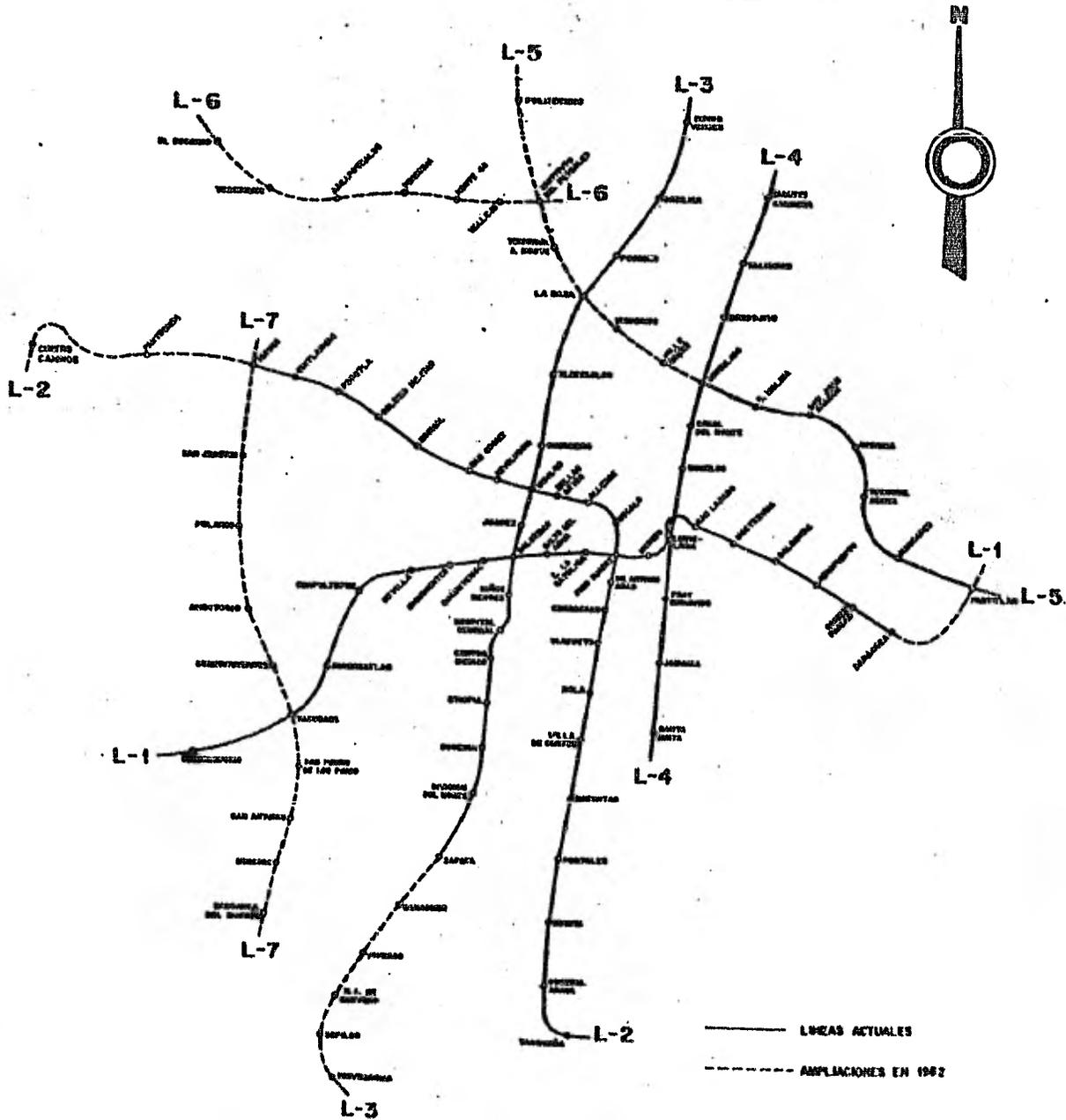
Tramos subterráneos (9 mts., de profundidad promedio)

Tramos subterráneos profundos (25 mts., profundidad-promedio).

También es necesario mencionar que el proyecto contempla 7 líneas en operación para fines de 1982, las cuales estarán formadas de la siguiente manera:

LÍNEA	ESTACIONES TERMINALES
1	Observatorio - Pantitlán
2	Tasqueña - Toreo
3	Universidad - Indios Verdes
4	Santa Anita - Martín Carrera
5	Pantitlán - Politécnico
6	El Rosario - Inst. del Petróleo
7	Barranca del Muerto - Tacuba

- RED DEL METRO PARA 1982 -



3. DESCRIPCION DEL FUNCIONAMIENTO DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO

BREVE DESCRIPCION DE LAS CARACTERISTICAS DE OPERACION. AFLUEN--
CIA DE USUARIOS

DESCRIPCION DE EQUIPO:

En el Sistema de Transporte Colectivo, la energía eléctrica la proporciona la Comisión Federal de Electricidad por medio de sus subestaciones Nonoalco y Jamaica, estas forman parte del anillo de 85,000 volts., que rodea al Distrito Federal. En la calle de Buentono, STC tiene dos subestaciones reductoras idénticas, las cuales reducen la tensión de 85,000 a 15,000 volts. De ahí pasa a otro tipo de subestaciones:

--- Las subestaciones rectificadoras bajan el valor del voltaje de 15,000 a 750 volts de corriente continua. Este valor de voltaje es utilizado por los motores de los trenes, destinados al movimiento de los mismos.

--- Las subestaciones de alumbrado y fuerza bajan el valor del voltaje de 15,000 a 220 volts de corriente alterna, cada estación del Metro cuenta con 2 de estas subestaciones eléctricas, que tienen una capacidad de 250 KVA. Las necesida

des de las estaciones en lo referente a energía, las cubren estas 2 unidades.

El equipo eléctrico que se ha mencionado está planeado de tal manera que si en algún momento llegara a fallar una subestación, ya sea de las principales o auxiliares, se pueda seguir prestando el importante servicio del Sistema de Transporte Colectivo.

CONFORMACION DE UN TREN:

Los trenes están formados por 9 carros, 3 de ellos -- forman un grupo. Cada grupo está formado por 2 carros motrices y un carro remolque. En cada tren existen 2 carros motrices con cabina de conducción, 4 motrices sin cabina y 3 remolques.

Cada carro tiene un membrete que lo identifica, para lo cual se tiene en cuenta lo siguiente:

--- Cuando se trate de un carro motriz sin cabina se encontrará una letra "N".

--- Cuando se trate de un carro remolque (sin motores), se podrá ver una letra "R".

--- Si el caso es un carro motriz con cabina de con--

ción encontraremos en el membrete una letra "M".

La configuración normal de un tren será:

M-R-N-N-R-N-N-R-M

El peso de un tren al encontrarse vacío es de 209.2 toneladas.

CARRETILLAS

En los carros motrices hay 2 puntos de apoyo denominados carretillas, donde se encuentran los sistemas de rodamiento y propulsión del tren, a estas se les llama carretillas motoras. En los carros remolques, no existen motores de propulsión, pero sí carretillas portadoras, mismos que cuentan con compresores (para sistemas de frenado y operación de puertas), baterías (de 72 volts), un motor generador de 250 volts, para el sistema de iluminación de los carros, y demás sistemas y -- equipos suplementarios (cofre de pilotaje automático, etc). -- Cada carro cuenta con 8 puertas, 4 de cada lado, las cuales -- funcionan neumáticamente.

RODAMIENTOS:

Existen en el sistema 2 tipos de rodamiento: las llantas y las ruedas metálicas. Las primeras son neumáticas, in--

lladas con helio o nitrógeno para evitar el calentamiento. --
 Las ruedas metálicas son similares a las utilizadas en los fe-
 rrocarriles pero con una ceja de 7 cm. Existen 2 tipos de ---
 llantas, las que están en forma vertical son para que el tren-
 se desplace y las que están en forma horizontal, que son utili-
 zadas para guiar el trayecto del tren. Finalmente las ruedas-
 son utilizadas como medio para enfrentar alguna ponchadura de-
 las llantas, y con esto evitar la suspensión del servicio. -
 Se pensó en llantas por las ventajas que presentan sobre las --
 ruedas metálicas; ya que el arranque y frenado es más rápido y
 suave, por lo que la velocidad media se incrementa en un 20% -
 al haber mayor superficie de contacto con la pista de rodamien-
 to.

Cada carretilla cuenta con:

- Cuatro llantas portadoras.
- Cuatro llantas guía.
- Cuatro ruedas de seguridad.

En un tren se tiene un total de 216 llantas y ruedas.

MOTORES:

Cada carro se apoya sobre 2 carretillas, y cada carre-
 tilla cuenta con 2 motores eléctricos conectados en serie. En
 total un tren comprende 6 carros motrices y 24 motores de ---

tracción, con una potencia total de 3,600 H.P., estos son del tipo excitación serie. El conjunto de motores que integran el sistema de propulsión de un tren pueden ser conectados en varias formas, estas dependen de la velocidad que tengan que desarrollar y son:

Acoplamiento serie excitación plena.

Acoplamiento serie excitación reducida.

Acoplamiento serie paralela excitación plena

Acoplamiento serie paralela excitación reducida

La velocidad máxima permitida de los trenes en su circulación es de 80 Km/Hr., la velocidad media es de 35 Km/Hr.

FRENADO:

El sistema de frenado del metro es de 3 tipos:

- Reostático: Este funciona al accionar los motores de propulsión a manera de generadores, y es usado solo cuando la velocidad del tren es mayor de 12 Km/Hr.

- Neumático: Por medios neumáticos son accionadas unas zapatas que se encuentran en las monturas de llantas verticales, actuando también sobre las ruedas metálicas. Este generalmente solo será usado cuando el tren circula a velocidad

des no mayores de 12 Km/Hr.

- Mecánico: Este freno es accionado de manera manual, y solo será usado cuando el tren se encuentra en garage.

SEÑALIZACION:

Para un buen funcionamiento, el Sistema de Transporte Colectivo cuenta con un sistema de control llamado señalización, que garantiza la seguridad de marcha de los trenes, permite la transmisión automática al personal de trenes de las órdenes de avance, de reducciones de velocidad, de paro y de indicaciones relativas al itinerario a seguir. Así como al personal de línea de las comunicaciones relativas al servicio del tren.

	Fijas
SENALES	Móviles
	De trenes

- Fijas: de antemano conocidas por el personal, solo se efectuará una modificación de estas si la totalidad del personal interesado es informado de ello. Deberán de estar situadas cerca y a la derecha de la vía.

La señalización fija se divide en dos; de espaciamien

to y de maniobra.

- De espaciamiento: Al paso del tren, este va dejando encendidas luces rojas, que prenden automáticamente por medio de un relevador, conforme avanza a otra señal, estas se irán apagando de la misma manera. Los conductores tienen instrucciones de no pasar esta señal, si esta no se encuentra en verde.

- De maniobra: Protegen el movimiento de trenes en zonas donde se hacen cambios de vías.

- Móviles: Pueden ser presentadas en cualquier momento al conductor, aún sin notificación; pueden ser ópticas (luces o banderas) o acústicas.

- De trenes: Son las señales que debe de tener cualquier tren. Todo tren en circulación deberá de contar con luz blanca en la parte delantera indicando el sentido de circulación del mismo, así como en la parte posterior deberá de presentar una luz roja. Estas señales se deberán de instalar de manera de que aún cuando exista una interrupción de energía, sigan funcionando. Cuando un tren se encuentra en las vías principales, y no va a dar servicio, deberá de contar en su parte delantera y trasera con una luz amarilla. Esa luz deberá de ser intermitente cuando el tren que la presente sea el último-

del día que preste servicio. Otra señal será el número de --
identificación de los trenes.

Además de lo ya mencionado, el Sistema de Transporte -
Colectivo cuenta con control de paro automático, control de ve
locidad máxima, puesto de verificación de escobillas negativas
y de masa, de presión de llantas portadoras y guías. Debe men
cionarse que el STC cuenta con un Puesto de Control Central --
(P.C.C.), que es un moderno sistema de control de circulación-
de trenes, que está ideado para evitar accidentes.

Los andenes de las estaciones miden 150 m., de largo -
y 4 m., de ancho en el caso de las estaciones subterráneas, y-
en el caso de las estaciones superficiales tienen 5 m., de an-
cho.

La altura de los carros sobre el riel es de 3.6 m., -
sobre el piso del carro es de 2.4 m. Los carros tipo "M" mí--
den 17.03 m., de largo, los tipos "N" al igual que los "R" mí-
den 16.2 m. La longitud total de un tren es de 143.7 m.

AFLUENCIA DE USUARIOS

Al momento de escribir el presente trabajo, algunos tramos aún se encontraban en construcción. Por lo que se mencionarán los promedios de afluencia de usuarios en días laborables, correspondientes a la semana del 12 al 18 de marzo de 1982, especificando los tramos en operación:

LÍNEA	TRAMO EN OPERACION	AFLUENCIA DIARIA
1	Zaragoza-Observatorio	1,150,970
2	Tacuba-Tasqueña	1,267,602
3	Zapata-Indios Verdes	691,778
4	Candelaria - Martín Carrera	64,348
5	Pantitlán-Consulado	25,170
T O T A L.....		3,199,868

Los tramos que están en construcción (al mes de marzo de 1982), son los siguientes:

LÍNEA	TRAMO EN CONSTRUCCION
1	Zaragoza-Pantitlán.
2	Tacuba-Toreo.
3	Zapata-Ciudad Universitaria.
4	Candelaria-Santa Anita.
5	Consulado-Politécnico.
6	El Rosario-Inst. del Petróleo.
7	Barranca del Muerto-Tacuba.

Una vez terminada la construcción de estas 7 líneas, se tiene una expectativa de afluencia de usuarios igual a --- 6,500,000 diariamente (Según dato del D.D.F.).

4. - DESASTRES OCURRIDOS EN OTROS METROS

JUSTIFICACION DEL SISTEMA DE PROTECCION CONTRA INCENDIO
PARA EL METRO MEXICANO

El tema principal de este capítulo se refiere explícitamente a la forma de extinguir el fuego, cuando este se llega a presentar. Es por esto que se considera necesario entender de forma muy clara la naturaleza del fuego. Este tópico es desarrollado brevemente a continuación:

NATURALEZA DEL FUEGO:

El fuego es un fenómeno químico, consistente en una rápida oxidación de los materiales combustibles al entrar en contacto con oxígeno y energía, mismos que deberán de estar en una proporción adecuada para que se manifieste el fuego en forma de luz y calor.

Si se toma un pedazo de madera, cartón o papel y lo pasamos por una flama abierta en forma rápida, podemos notar que el material no arde, ya que es necesario incrementar su temperatura. En el caso de la madera es necesario incrementar su temperatura hasta 254 °C., en el caso del papel hasta 230 °C., para que estos desprendan vapores que sean inflamables.

Si arrojamos un cerillo prendido en un recipiente con

tractolina o diesel, este no arderá por no haber desprendimiento de vapores a la temperatura ambiente. No siendo así en el caso de la gasolina, la cual a una temperatura de 45 °C bajo cero, ya desprende vapores que al entrar en contacto con una fuente de energía fácilmente arden.

Según la temperatura a la que arden los materiales, se les ha clasificado como sigue:

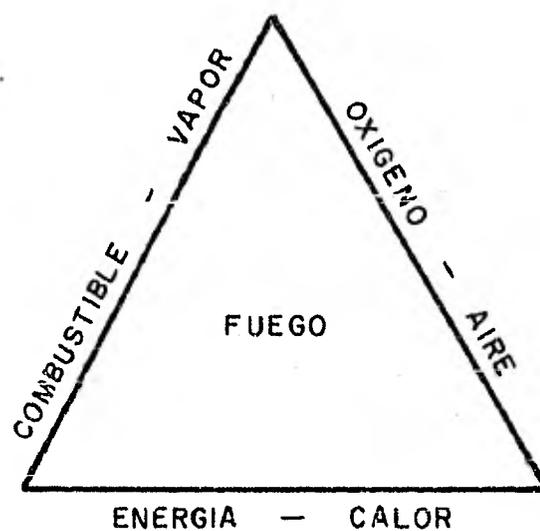
MATERIALES COMBUSTIBLES: Se consideran materiales combustibles, aquellos que tienen su punto de desprendimiento de vapores arriba de 93 °C., como la madera, papel, textiles, etc..

MATERIALES INFLAMABLES: Son aquellos que abajo de 93 °C., desprenden vapores que al contacto con una fuente de energía, estallan en llamas.

De esta forma vemos que los componentes básicos del fuego son: "Combustible-vapor" de sólidos o líquidos que al contacto con el "oxígeno-aire" que se encuentra en la atmósfera en una proporción de 20.95% y con la adición de una fuente de "energía-calor" que puede ser chispa, llama, etc., siempre causarán fuego.

Esta asociación de elementos fue definida por la

NFPA (National Fire Protection Association), y es mundialmente conocida como "Triángulo del Fuego". La unión de estos 3 - elementos siempre causará fuego y la separación de los mismos - lo eliminará.



Una variante de la combustión es la "explosión", que no es más que una combustión llevada a cabo en forma muy rápida y en un lugar confinado. La velocidad de la misma es de - 96 Km/Hr.

PUNTO DE DESPRENDIMIENTO DE VAPORES. (Flash Point). -

Es la temperatura peligrosa en la que los materiales - inician su desprendimiento de vapores (consultar la tabla "A").

LIMITES DE INFLAMABILIDAD.

Se ha establecido un rango de peligrosidad para materiales inflamables, en el caso de la gasolina se sitúa entre 1.4% y 7.6% de vapores, considerados en un 100% de atmósfera (consultar tabla "A").

PUNTO DE INGNICIÓN (Ignition Point).

Es la temperatura a la cual los materiales arden (consultar tablas "A" y "B").

HUMO, FLAMA, CALOR, Y GASES SON RESULTADOS DE LA COMBUSTION.

HUMO.- Aparece por una combustión incompleta, ya que pequeñas partículas se hacen visibles, mismas que varían en -- cuanto a su color, tamaño, y cantidad; pueden impedir el paso de la luz. El humo es también inflamable cuando encuentra la adecuada proporción de calor y oxígeno. Es irritante y además de perjudicial al aparato respiratorio, la irritación mencionada afecta la visión al momento de causar el lagrimeo, en momentos en que esta es más necesaria. El color que presente el -- humo depende del material que se esté quemando:

- a) Color blanco o gris pálido indica que arde libremente -- el material que se trate.

TABLA "A"

Materiales peligrosos Inflamables	Flash Point Desprendi- miento de - vapores °C	Temperatura de Ignición °C	Límites de In- flamabilidad % de Atmósfera	
			Bajo	Alto
Acetona	0	540	2.6	12.8
Acetileno	Gas	300	2.5	81.0
Benceno (Bencina)	10	540	1.4	7.3
Disulfuro de Carbono (Bisulfuro)	30	100	1.3	44.0
Monóxido de Carbono	Gas	610	12.5	74.0
Alcohol Desnaturaliza- do	15.5	400	-	-
Alcohol etílico	12.5	425	4.3	19.0
Nitrato de etilo	35.0	90	4.1	50.0
Aceite Combustible (Kerosina)	38.0	228	0.7	5.0
Gas Natural	Gas	483	3.8	13.0
Gasolina	-45.0	280	1.4	7.6
Hidrazina	52.0	-	4.7	100.0
Hidrógeno	Gas	585	4.0	75.0
Acido sulfúrico (Gas de cañería)	Gas	260	4.3	4.5
Combs. de jet JP-4	-10/30	225	0.3	5.6
Lacas y adelgazadores	-12.0	235	1.2	6.0
Metano (gas de Panta- no)	Gas	538	5.3	14.0
Alcohol metílico (alcohol de madera)	11.0	520	7.3	36.0
Propano	Gas	522	2.2	9.5
Terpentina (Aguarrás)	35	255	0.8	-

TABLA "B"

TEMPERATURAS DE IGNICIÓN DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS		
<i>Pedazos de pino corto</i>	442 °F	230 °C
<i>Pedazos de pino largo</i>	446 °F	235 °C
<i>Abeto (Douglas)</i>	500 °F	260 °C
<i>Pinabete</i>	502 °F	261 °C
<i>Pino blanco</i>	507 °F	265 °C
<i>Papel periódico</i>	446 °F	235 °C
<i>Papel filtro</i>	450 °F	237 °C
<i>Algodón absorbente</i>	511 °F	267 °C
<i>Algodón de rana</i>	446 °F	235 °C
<i>Algodón de hojas</i>	464 °F	240 °C
<i>Cobijas de lana</i>	401 °F	205 °C
<i>Viscosa de rayón</i>	536 °F	280 °C
<i>Fibra de madera</i>	421 °F	218 °C
<i>Fibra de caña</i>	464 °F	240 °C

- b) Negro.- o gris obscuro.- indica normalmente un fuego caliente y falta de oxígeno.
- c) Amarillo, rojo o violeta.- Generalmente indica la presencia de gases tóxicos.

FLAMA O LLAMA.- El fuego en una atmósfera rica en oxígeno es acompañado por una luminosidad llamada flama o llama y esta es el producto destructivo de la combustión. Raramente se encontrará una combustión sin llamas.

CALOR.- No existe una definición precisa para este elemento. Se dice que es el efecto del movimiento rápido de las partículas (moléculas), que tratan de formar la materia. Se cree que el calor es cierta clase de fluido incoloro, sin peso y que no ocupa un lugar en el espacio, esta teoría al igual que otras no han podido comprobarse.

También se dice que el calor es una condición del movimiento de la materia; que la temperatura relativa está de acuerdo con la velocidad de las partículas moleculares de la materia. Las partículas en movimiento representan energía (cinética), y que el calor representa energía, tal como las máquinas de vapor, gas o aceites.

No se debe confundir los conceptos de calor y temperatura

tura, ya que a esta se le ha definido como la condición térmica o calorífica de un cuerpo, que determina la transferencia de calor entre cualquier otro cuerpo que haga contacto con él. La transferencia mencionada siempre ocurre desde el cuerpo de mayor temperatura al cuerpo de temperatura menor.

GASES.- Los gases son el producto resultante de la combustión y pueden ser tóxicos. Los gases emanados de la combustión son: Monóxido de Carbono, Dióxido Sulphúrico, Sulphuro de Hidrógeno, etc..

FUENTES DE ENERGIA Y CALOR

CONDUCCION.- En mayor o menor escala, todos los elementos son conductivos del calor. La conductibilidad térmica del cobre por ejemplo es de 0.85 Cal/Cm.seg. °C. Más no por esto podemos dejar de pensar en un muro de tabique, de barro o de cemento, ya que también son capaces de conducir calor. Suponiendo que en uno de los lados de un muro tenemos un fuego considerable, este muro nos va a transmitir calor por conducción y de encontrarse elementos combustibles en el lado opuesto, estos elevarán su temperatura pudiendo llegar hasta el grado de desprendimiento de vapores combustibles que puedan causar otro fuego.

RADIACION.- Aquí la principal fuente de energía la -

encontramos en el sol. Un ejemplo de fuego debido a la radiación es aquel que se presenta en el hogar, en donde cerca de un radiador conectado para elevar la temperatura de una habitación, se encuentran materiales combustibles o inflamables los cuales estallan en llamas después de cierto tiempo, ya que su temperatura de desprendimiento de vapores fue alcanzada por medio de la radiación sufrida.

Los rayos de calor por radiación viajan en forma directa, en todas direcciones y no son alterados por el aire. En fábricas son muy comunes los fuegos ocasionados por radiación en hornos de secado, tuberías de vapor, calderas, etc..

CONVECCION.- Los gases producto de la combustión son más ligeros que el aire ambiente y por esto tienden a elevarse. Entre mayor y más caliente sea un incendio, más rápido y más calientes ascenderán estos.

Muchas veces cuando los bomberos han extinguido un incendio en la primera planta de un edificio, de repente en pisos superiores estalla otro incendio por "convección". Lo que sucede es que los gases en su ascenso incrementan la temperatura de materiales combustibles o inflamables hasta el grado de hacerlos estallar en llamas.

Otras fuentes de energía que se deben de tomar en con

sideración son las siguientes:

ENERGIA ELECTRICA.- Tiene muchas variantes: Chispas de 110 volts, resistencias de lámparas incandescentes que llegan a temperaturas de 2,400 °C, arcos eléctricos, cortos circuitos, etc..

ELECTRICIDAD ESTATICA.- Esta se manifiesta de innumerables maneras. En la chispa que se desprende de un elemento ionizado positivamente a uno negativo o viceversa, se crea por fricción o separación de materiales disímiles, prendas de vestir de nylon, dacrón, etc. También son afines a saturarse -- por fricción de energía estática en igual manera alfombras de fibras acrílicas.

El poder de una chispa de origen estático es del orden de 20,000 volts y es tan digna de tomarse en cuenta que lo que conocemos como descarga atmosférica (rayo), es el producto de la fricción de millones de partículas de agua que al ascender hacia la atmósfera acumulan este tipo de energía.

COMBUSTION ESPONTANEA.- El calor espontáneo es resultado de una reacción química rápida o lenta que sufren algunos materiales, independientemente de cualquier fuente de calor -- externa. Ocurre generalmente a través de un ciclo de oxidación, mismo que genera calor lentamente en su inicio (calor es

pontáneo) y lo va incrementando hasta que llega a su punto de ignición. En muchos materiales este proceso se desarrolla lentamente y no llega al clímax de ignición en varios días, semanas e incluso meses.

Generalmente existe suficiente aire para permitir la oxidación, sin embargo no para transportar el calor fuera del área; tales condiciones las podemos encontrar en grandes volúmenes de materiales almacenados que tienen flojo su empaque.

En presencia de humedad, algunos materiales tienen la característica de aumentar este riesgo, principalmente aquellos que han sido sometidos al proceso de secado. Ejemplos notables de estos materiales son: aceite de pescado, de linaza, de semillas de algodón, carbón, aserrín, paja.

Existen sustancias que por sí solas no son combustibles, pero que arden al ser mezcladas con otros materiales, - - ejemplos de estos son los siguientes: glicerina con permanganato, hipoclorito de sodio con aguarrás, sulfuro de hierro con - - aceite de linaza, etc..

FRICCIÓN.- Se define como la fuerza de oposición al movimiento relativo de dos cuerpos o materiales en contacto. - El acto de frotar es una fuente de energía calorífica y en algunas ocasiones se producirá luz, aparte de calor. En base a-

este fenómeno se podrá producir fuego, si el calor generado es suficiente y si además se cuenta con combustible y oxígeno suficientes.

EXTINCION DEL FUEGO

Se ha dicho que son tres los elementos necesarios para la combustión: Calor-Energía, Combustible-Vapor y Oxígeno-Aire. Para poder estar en la posición de extinguir un incendio se deberá de eliminar al menos uno de estos tres elementos y para esto se podrá seguir cualquiera de los tres métodos que a continuación se mencionan:

Enfriamiento

Sofocamiento

Separación

ENFRIAMIENTO.- Es el método más usado para la extinción del fuego en materiales combustibles comunes. Cuando se logra eliminar el calor generado por el combustible, se reduce la generación de vapores inflamables hasta que el fuego se extingue.

Prácticamente sería imposible extinguir un incendio por enfriamiento si su extinción dependiera de la absorción del calor total generado. Pero para apagar un fuego por este-

método, nada más es necesario absorber una parte del calor total del incendio, este se apagará cuando la superficie del material incendiado se enfríe a un punto en que no deje escapar suficientes vapores para mantener una mezcla o rango de combustión en la zona del fuego. Cuando se usa el agua de forma -- apropiada, de tal manera que esta llegue a la superficie del material incendiado, el fuego se extingue con menos agua de la que se requería según la teoría para absorber el calor antes mencionada.

La eficiencia del agente extintor como medio de enfriamiento depende de su calor latente y específico. El agua es el mejor agente extintor (por enfriamiento), generalmente se puede obtener en cantidades suficientes y su capacidad para absorber calor cuando esta cambia de estado líquido a vapor, es diez veces mayor que la de cualquier otro agente extintor.

Es un procedimiento común ventilar un incendio, como ayuda para el control del mismo. Por este medio los productos de la combustión incluyendo el calor, se eliminan del área del fuego, al mismo tiempo que parte de los vapores que no se han quemado. Esto trae como consecuencia la eliminación del calor y humo, especialmente en los niveles bajos, al mismo tiempo reduce las posibilidades de una explosión debida a la acumulación de vapores. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la ventilación avivará el fuego por la alimentación de oxígeno --

ocasionada. Es por esto que cuando se ventila un área incendiada, se deben tener listas las mangueras y al iniciar un combate en un lugar ya falto de oxígeno, tomar las precauciones necesarias por una posible explosión, denominada explosión de humo.

SOFOCAMIENTO.- La extinción por separación del agente oxidante, se obtiene cubriendo el fuego. Para realizar el "sofocamiento" del fuego se puede utilizar diversas sustancias bióxido de carbono, espuma, tetracloruro de carbono, vapores de líquidos incombustibles, etc.. El objetivo final es que esta sustancia cubra la superficie del material incendiado, evitando así que el oxígeno llegue al combustible, lo cual provoca que el fuego cese.

Esta cubierta debe ser dejada el tiempo suficiente para asegurar que la temperatura del combustible ha disminuido por abajo de su punto de ignición, de esta forma aseguramos la extinción total y permanente del fuego.

Se debe tener mucho cuidado con ciertos materiales -- combustibles, como los nitratos de celulosa que al incendiarse generan su propio oxígeno, ocasionando que este procedimiento de sofocamiento no funcione.

SEPARACION.- Este método consiste en retirar el mate

rial combustible de la proximidad del fuego. Para lograr esto, se utilizan los siguientes procedimientos: Aplicación de chorros de agua que rompan el fuego (cuando el fuego esta cubierto) y dispersen o separen el combustible, retiro manual ó mecánico del combustible.

DIFERENTES TIPOS DE FUEGO:

Según el material en que se provoque el fuego, será el tipo al que hacemos referencia:

FUEGO TIPO A.- En materiales combustibles como cartón, papel-madera, etc..

FUEGO TIPO B.- En materiales inflamables, como gasolina, petróleo, alcohol, etc..

FUEGO TIPO C.- En materiales eléctricos como transformadores, motores, líneas de conducción, etc..

FUEGO TIPO D.- En materiales metálicos como circonio, magnesio, etc..

Existen agentes extintores específicos para combatir cada uno de los distintos tipos de fuego. Si se usa el agente extintor indicado, obtendremos una mayor eficiencia en el com-

bate del fuego.

A continuación se proporciona una tabla que indica el color de la flama y la correspondiente temperatura característica:

COLOR DE LA FLAMA Y TEMPERATURA

Rojo visible a la luz del día	957 °F	515 °C
Rojo pálido	1832 °F	1000 °C
Rojo naranja	2012 °F	1100 °C
Amarillo naranja	2192 °F	1200 °C

COLOR DE LA FLAMA Y TEMPERATURA

Amarillo blanco	2372 °F	1300 °C
Blanco brillante	2550 °F	1400 °C

DESASTRES OCURRIDOS EN OTROS METROS.

Se tiene conocimiento de desastres ocurridos en varios Metros del mundo. Se destaca que los accidentes ocurren, en su mayoría, cuando el conductor tiene total control del tren.

El organismo que administra el Metro de Londres (London Transport), se ha dado a la tarea de recopilar información sobre accidentes ocurridos en los diferentes Metros del mundo y ha manifestado lo notorio que resulta este hecho e incluso llega a recomendar que se busque la manera de limitar las velocidades de los trenes en todo momento y no solo en las vías principales, como único medio para evitar accidentes de esta índole.

A continuación se comentan algunos accidentes ocurridos en el Metro de París y en el Metro de Montréal. Podremos apreciar que las causas son diversas, lo que nos ayudará a identificar diversos riesgos.

INCENDIOS EN EL METRO DE PARIS.

El 10 de agosto de 1903 tuvo lugar un incendio en la estación "COURONNES", que provocó la muerte de 84 personas.

El incendio de un coche, cuyas estructuras eran en -- aquel tiempo de madera, ocasionó el pánico de los viajeros que en el humo, la obscuridad y la existencia de una salida única, mal indicada, transformó el incidente en un pisoteo trágico.

INCENDIOS RECIENTES SIN VICTIMAS.

- En un coche tipo MS 61, el 10 de abril de 1971 en la línea de Boissy Saint - Léger hacia Nation. Se manifestó en un coche en la estación terminal Nation.
- En un coche tipo MS 61, el 10 de octubre de 1971 en el depósito de Massy Palaiseu, al aire libre, durante un período de huelga del personal.
- En un coche tipo MF 67, el 28 de mayo de 1973, en la estación Porte d' Italia, ocasionado por un acto criminal anónimo.
- En coches tipo MP 59 y MP 73, el 16 de noviembre de 1975, - en los túneles del depósito de Vincennes. Se produjo en coches que habían quedado bajo tensión, en una parte del túnel donde existían filtraciones.

INCENDIOS EN EL METRO DE MONTREAL.

- El accidente ocurrió en la estación Henry Bonrassa, en el año de 1971. El fuego fue causado por la colisión entre un tren que estaba siendo llevado a la espuela y un tren que ya estaba estacionado en la segunda parte de la espuela. El impacto descarriló el segundo carro del tren ya estacionado, el daño fue severo ya que ocurrió a una velocidad de impacto entre 40 y 48 Km/hr.

Cuando el segundo carro del tren estacionario fue descarrilado, el bogie se desplazó a través de la vía y estableció contacto eléctrico con el rail vivo. Al mismo tiempo las zapatas de tierra de este tren se descarrilaron perdiendo contacto con los rieles de tierra.

La corriente del riel vivo pasó a través de la armadura del bogie, los enlaces a tierra a través de las gomas de muelleo primario y secundario del cuerpo del carro y de ahí a tierra, a través de las zapatas de tierra del otro bogie del mismo carro y también a través de los acoplamientos a las zapatas de tierra de los bogies de los otros carros del tren.

Los enlaces de tierra y las terminaciones del bogie descarrilado se fundieron, porque estaban calculados inadecuadamente para la corriente que recibían. Esto aisló el bogie -

vivo del cuerpo del carro. La rotura de las conexiones de tierra generó arcos eléctricos con gases ionizados que ayudaron a que se produjera un segundo arco entre la rueda de acero de guía y el carro aterrizado. Este arco se vió probablemente ayudado por un enorme voltaje que se desarrolló ya que la energía almacenada en los rieles de corriente contruidos en hierro inductivo son liberados cuando se produce una repentina interrupción de corriente.

El arco entre la rueda guía de acero y el cuerpo del carro tenía la suficiente resistencia eléctrica para limitar la corriente de corto a un valor por debajo del punto de que estaban situados los ruptores de la subestación, los cuales no se abrieron, y el arco se sostuvo hasta que la corriente fué cortada manualmente. (El valor de esta corriente puede llegar hasta un valor de 2,000 amperios).

Suponiendo una corriente de corto de unos 2,000 amperios, e ignorando la energía disipada por razón de las pérdidas en el rail de corriente, el arco estalló entre la rueda de acero y el cuerpo del carro, generando una potencia próxima a 1,500 Kilovatios en una longitud de menos de 2 pies y en un espacio confinado. Este arco se mantuvo hasta que la corriente de tracción fué cortada después de un periodo de por lo menos un minuto y probablemente más.

El intenso calor quemó rápidamente una de las cruces de la armadura interior del carro, pasando a continuación a través de un conducto de alambres y por el piso de madera contrachapada del carro. Cuando esto se produjo, los gases calientes intensamente generados por el arco, pasaron el espacio cerrado del salón del carro sin arder en el primer momento. Cuando el volumen de los humos inflamables dentro del carro aumentó hasta un punto en que la concentración de oxígeno y gases inflamables se hizo explosiva, se produjo la explosión virtual. No es sorprendente que materiales aparentemente no inflamables usados en los acabados, ardieron y se fundieron, ocasionando que el fuego se extendiera a los otros carros de los trenes situados en la misma vía y en otras adyacentes. A los 10 minutos de las llamas (por oposición al fuego latente) aparecieron las temperaturas que habían alcanzado en el carro los 200 °C llegando a un máximo de 1,000 °C en la primera media hora.

El ventilador en el extremo muerto de la espuela creó una corriente que aunque retiraba los humos de la estación permitió al personal aproximarse al punto del fuego. Probablemente sirvió también para aumentar el ritmo en que el fuego se extendió a lo largo del tren. Cuando el ventilador se detuvo, porque los cables de alimentación se quemaron, la corriente de aire se invirtió y el humo y el fuego fueron llevados hacia la estación, incendiando los restantes carros e impidiendo que --

los salvadores entraran en la espuela.

- En el año de 1974, en la estación Rosemont del Metro de Montreal Canada. Un tren que circulaba normalmente, sufrió la ponchadura de una de las llantas portadoras. Al no darse cuenta el conductor, siguió rodando la llanta averiada, la cual en pocos minutos alcanzó altas temperaturas y por desprendimiento del hule, quedaron descubiertas las cuerdas de acero, componentes de la misma llanta. Las cuerdas de acero hicieron contacto con la barra guía energizada, estableciendo un corto circuito con la pista de rodamiento. Al establecerse el corto circuito, se provocó rápidamente el incendio de la llanta, la cual a su vez incendió los elementos adyacentes.

En pocos minutos el cortocircuito se transformó en un incendio sin control, que ocasionó la pérdida de nueve unidades.

En base a lo anteriormente descrito, se puede observar que el factor principal que interviene en el inicio de un incendio, es la existencia de un corto circuito en las líneas de corrientes de tracción de los trenes.

Factor primordial para evitar la presencia de un incendio de dimensiones considerables, es la oportuna interrupción de la energía de tracción cuando se suscite un conato - -

A esta medida se debe agregar una correcta distribución de los elementos de ataque de incendios, como son: hidrantes, con sus respectivos equipos que se mencionan en el capítulo 5, extinguidores de varios tipos, etc.. También se debe de contar con dispositivos interruptores de energía eficaces y correctamente distribuidos. Además de la adecuada capacitación del personal, para el uso de estas instalaciones.

Se sabe que las principales causas de un corto circuito vienen dadas por lo siguiente: posible alcance de trenes, - ponchadura de alguna de las llantas de un tren, presencia de un objeto metálico en vías, sea en forma accidental o malintencionada.

Se ha elaborado una lista de identificación de los -- principales riesgos existentes en las instalaciones del Metro.

IDENTIFICACION DE PRINCIPALES RIESGOS.

1.- En túneles, estacionamientos y material rodante, los principales riesgos de incendio están representados por la combustibilidad y alto grado de calentamiento de los siguientes materiales:

1.01.- Las llantas de hule de los carros cuya peligrosidad aumenta por la alta temperatura a la que normalmente-

operan. La combustión de hule produce grandes cantidades de humo y gases de alta toxicidad. Cada carro opera con 8 llantas en las pistas de rodamiento y 8 llantas en las barras - guías; lo cual para un convoy significa 72 llantas de rodamiento y 72 llantas de guía. Las cuerdas de acero de las llantas pueden originar un corto circuito debido al desgaste o porchaduras de las mismas.

1.02.- Los durmientes de madera en los que están fijadas las pistas de rodamiento, las barras guías y los rieles, que aunque tratados con retardantes al fuego, no pueden ser considerados como incombustibles.

1.03.- Los aislamientos de los cables eléctricos de conducción de energía, de alumbrado y señalización, que en número importante se localizan a lo largo de los túneles, en las estaciones y en los propios trenes. La combustión de tales materiales produce también abundante humo y gases de alta toxicidad.

1.04.- Los acabados de los carros constan de materiales como: pisos de madera, vestiduras plásticas en asientos, acrílicos de luminarias, materiales asfálticos de protección, paneles interiores, etc., que son combustibles.

1.05.- Las áreas de concesiones comerciales en esta-

ciones que por lo general manejan mercancías de alta combustibilidad, cuya rapidez de propagación del fuego es muy grande.

1.06.- Subestaciones eléctricas.

1.07.- Puestos de rectificación de energía eléctrica.

1.08.- Bodegas en estaciones.

POSIBLES CAUSAS DE INCENDIO

RELATIVAS AL PERSONAL.

a) Falta de interés.- El sistema de señalización se ideó para cubrir en mucho las posibles distracciones y aberraciones de los conductores, sin embargo, se ha dado el caso de accidentes debidos a distracciones.

b) Cansancio Físico.- El programa de trabajo de los conductores esta elaborado de tal forma, que evita al máximo el agotamiento físico, dando descansos adecuados en intervalos de tiempo razonables. Sin embargo se ha visto que en ocasiones los conductores cometen errores, dado que pueden caer en excesos en el uso de su vida privada.

c) Posibles desequilibrios mentales.- Existen pro--

gramas muy severos para el reclutamiento del personal, sin embargo no se elimina la posibilidad de contratación de una persona potencialmente enferma mental.

RELATIVAS A FALLAS TECNICAS.

Cabe mencionar que el diseño de las diferentes instalaciones y sistemas del Metro, ha sido elaborado de manera muy cuidadosa, por personas altamente calificadas en el ramo. Sin embargo en todo proyecto como es sabido, siempre existen limitantes, sean financieras, de tiempo, o de cualquier índole que en un momento dado pueden dar lugar a una distracción de algún elemento importante para un óptimo funcionamiento.

Es por esto que se han visto errores en el diseño, como el mencionado en el reporte del accidente del Metro de Montreal.

Tomando esto en cuenta, no podemos desechar la idea de aunar a la lista de riesgos anteriormente descrita, la existencia de riesgos debidos a fallas técnicas.

RELATIVAS A SABOTAJES.

Siendo el S.T.C., lugar de reunión de multitud de personas, las cuales circulan dentro de las instalaciones en forma

libre, sitúa al Metro como un lugar excesivamente vulnerable a actos delictivos de índole terrorista o similares. Es por esto que no se puede dejar de mencionar lo expuesto que se encuentran las instalaciones del S.T.C., a un acto de esta índole.

JUSTIFICACION DEL SISTEMA DE PROTECCION CONTRA INCENDIO PARA - EL METRO MEXICANO

Por ser el Metro un sistema de transporte masivo, se deduce que en un accidente de los trenes o en alguna de las instalaciones, tenga involucrada la seguridad de mucha gente, o por lo menos el retraso de sus actividades. Pensando en esto creemos que es necesario poner especial atención a la seguridad en la marcha de los trenes y poner todo lo que esté de parte del personal del Sistema de Transporte Colectivo para evitar cualquier incidente capaz de crear una situación de esta naturaleza.

Sin embargo, puede deducirse de lo ya expuesto con anterioridad que las instalaciones del Metro no se encuentran inmunes de ninguna manera a sufrir percances que den como resultado una conflagración.

Pensando en esto y sin olvidar el costo de las instalaciones, que en momento dado se puedan perder, es que se juz-

ga más que necesario el contar con un sistema de protección --
contra incendio, en las diferentes áreas que conforman el - -
S.T.C., que sea capaz de atacar y exterminar un incendio de man
nera apropiada desde sus inicios.

5.- PROPOSICION DE LOS SISTEMAS CONTRA INCENDIO PARA
LAS DISTINTAS MODALIDADES DE TRAMOS

DESCRIPCION DE SISTEMAS

El objetivo de este capítulo es proponer los sistemas que salvaguarden a las personas, equipos e instalaciones, de una conflagración que pudiese ocurrir en cualquier área perteneciente al S.T.C.

FASES PARA MINIMIZAR EL RIESGO DE UN INCENDIO

Las fases para minimizar el riesgo de un incendio -- son:

- a) Prevención de incendios.*
- b) Facilidades para el combate de incendios.*
- c) Combate de incendios.*

a) PREVENCIÓN DE INCENDIOS. Esta fase pretende evitar, en lo posible, todo riesgo de un incendio. Para lograrlo se deben llevar a cabo estrictamente los siguientes lineamientos generales:

Se deben buscar materiales no combustibles ó autoextinguibles; que no tengan capacidad para propagar un incendio. Estos materiales se podrán encontrar por ejemplo en: revestimientos de cables de redes eléctricas, suelos, plafones y todo tipo de acabados en general.

Se deben de identificar las zonas de alto riesgo, como locales técnicos, comerciales, bodegas, escaleras mecánicas, galerías de cables, locales de ventilación, etc.. En ellas se deben supervisar los sistemas de detección de incendio, probarlos con regularidad y tener un puesto de control de alarmas -- operando las 24 hrs. del día.

Se procurará la capacitación del personal para el manejo de los distintos dispositivos y equipos que se hubieren instalado para el combate de incendios, todo esto sin sustituir el papel de los bomberos. A esta capacitación deberán sumarse campañas permanentes sobre la prevención de incendios, dirigidas a los trabajadores de las distintas áreas e incluso al público usuario.

b) FACILIDADES PARA EL COMBATE DE INCENDIOS. Esta fase pretende dotar de todos los dispositivos y equipos necesarios para combatir un fuego oportunamente.

Es necesario destacar que la rapidez con que se ata-

que un fuego es determinante en los efectos que este pueda causar. En otras palabras, es mucho más sencillo sofocar un conto de incendio, que el incendio propiamente dicho, además que las pérdidas que pueda ocasionar serán menores.

Se deberá de contar con sistemas de tuberías húmeda y seca para cada tipo de línea. La descripción de estas se hará posteriormente.

Se deberá tener una adecuada colocación de extinguidores y de hidrantes, así como del equipo adicional (hachas, -barretas, palas, etc.).

Se deberán efectuar pruebas con regularidad, según sea el caso del equipo de lucha contra incendio.

Se deberán concebir las estaciones para facilitar la evacuación de los pasajeros, previendo:

- Estructuras que resistan el fuego varias horas.
- Tiempo estimado de evacuación del orden de 5 minutos como máximo.

- Contar con dispositivos de paso libre en torniquetes y árboles de salida. Es preferible contar con puertas de emergencia para futuras estaciones.

- Lograr un óptimo funcionamiento de los ventiladores para que ayuden al movimiento y desalojo de humos.

- Sistemas mecánicos que permitan bloquear rejillas y ductos de ventilación, para que en caso necesario, se pueda sofocar el fuego por la falta de oxígeno.

- Contar con un sistema de comunicación permanente con los puestos de control.

- Sonorización con alimentación eléctrica permanente para alertar a las personas.

- Instalaciones de alimentación eléctrica que resistan el fuego, para los equipos de alarmas, bombeo, alumbrado de emergencia, etc..

- Contar con salidas de emergencia situadas en interestaciones largas (superiores a 1,500 mts.).

- Escaleras de emergencia en edificios.

Es muy importante señalar que para túneles, se deberá garantizar el buen funcionamiento del alumbrado de emergencia y el desalojo de humos. De otra forma, el resto del equipo de emergencia (hidrantes, extinguidores, etc.) no sería de-

ninguna utilidad, ya que se perdería la visión, además del --
riesgo de sufrir intoxicación.

c) COMBATE DE INCENDIOS. Esta fase pretende esta--
blecer los procedimientos que faciliten la extinción del fuego
a la mayor brevedad posible. Para lo cual se deberán realizar
las siguientes acciones:

- Informar inmediatamente al P.C.C., para que este a--
su vez llame al cuerpo de bomberos.

- Identificar las condiciones del siniestro para lle--
var a cabo los procedimientos establecidos para cada área, se--
gún sea el caso.

- Mantener informado al P.C.C., de las condiciones --
que prevalecen en ese momento, para que este tome las medidas--
que en su oportunidad sean necesarias.

- Facilitar la intervención de los bomberos mante--
niéndolos informados con los planos de las instalaciones y de--
más información que sea solicitada por ellos.

SISTEMA CONTRA INCENDIO PARA LOS TALLERES DEL S.T.C.

Un sistema contra incendio adecuado para este tipo -

de instalaciones, debe estar constituido por equipo fijo y de equipo móvil. El personal que labore en estas áreas deberá estar convenientemente capacitado para el hábil manejo de los mismos.

Como equipo fijo se entenderá: una red de hidrantes, sistemas automáticos de rociadores, detectores de humo, detectores de temperatura y alarmas. Como equipo móvil, se considerará a los extinguidores portátiles y los vehículos extintores.

EQUIPO FIJO:

Red de hidrantes.

Una red hidráulica para el combate de incendios debe constar de los siguientes elementos:

a) Una alimentación de agua, que asegure el suministro de la misma durante dos horas al menos. Para tal efecto es necesario la existencia de un cisterna o un tanque elevado.

b) Un sistema de bombeo, el cual debe constar de --
cuarto de bombas, bomba con alimentación eléctrica, bomba con motor de combustión interna, bomba "jockey" (eléctrica) de capacidad inferior a las anteriores y que sirve para mantener --

presurizada la red.

c) Red de tubería que cubra todas las áreas donde -- existan riesgos. Deberá estar convenientemente seccionada con válvulas, para un mejor aprovechamiento del agua en caso de -- siniestro. A esta, deberán ser conectadas las tomas siamesas -- correspondientes a cada sección, para que ahí se acoplen los -- carros cisterna de los bomberos en caso necesario.

d) Hidrantes con su correspondiente manguera, acopla da permanentemente. La distribución de los mismos deberá ha - cerse pensando en cubrir totalmente el área a proteger.

Sistemas automáticos de rociadores.

Los sistemas automáticos de rociadores pueden estar -- integrados a la red hidráulica de los hidrantes, o tener su -- propia red, esto lo determinará la conveniencia del caso. De -- berán ser instalados en los siguientes sitios:

- Naves de depósito de trenes.
- Locales que contengan materiales inflamables y que no cuenten con vigilancia las 24 horas del día, como son los -- almacenes generales y bodegas de talleres que lo requieran.

Detectores de humo y temperatura.

Este tipo de detectores deberán ser instalados en zonas de alto riesgo, en las cuales no exista una vigilancia permanente. Estos detectores deberán de ser capaces de enviar una señal -- a una central de alarmas y en algunos casos también de abrir -- los sistemas automáticos de rociadores.

Alarmas.

Deberán estar convenientemente distribuidas en todas las áreas de trabajo y a su vez conectadas a un tablero central de control que tenga vigilancia las 24 horas.

EQUIPO MOVIL:

Extinguidores portátiles.

Deberán existir en todas las áreas, un número suficiente de extinguidores que ayuden a sofocar cualquier conato de incendio. Estos deberán de ser del tipo ABC para atacar -- cualquier clase de fuego. Su distribución deberá ser de tal -- manera que puedan ser utilizados en combinación con los hidrantes, en caso de una conflagración extrema.

Es necesario recordar que si se usan los extinguido-

res oportunamente, no será necesario el uso del agua, por lo cual esta solo será utilizada en incendios de proporciones mayores.

Vehículos extinguidores.

Estos vehículos están equipados con diversos elementos para el combate de incendios; como extinguidores de diferentes tipos, extensiones de mangueras, hachas, barretas, palas, etc.. Deberán estar distribuidos convenientemente y en número suficiente en todos los talleres.

SISTEMA CONTRA INCENDIO PARA EL NUEVO EDIFICIO DE P.C.C. II

Para la protección contra incendio del nuevo edificio de P.C.C. II (Puesto Central de Control II), que controlará en un futuro las nuevas líneas 7,8,9,10,11 y 12 según proyecto del Plan Maestro del Metro, se requiere de una red de hidrantes instalada en todos los niveles, además de equipos adicionales para el combate de incendios de acuerdo a los sistemas y materiales existentes en cada nivel en particular.

Red de hidrantes.

La red de hidrantes deberá constar de los siguientes elementos:

a) Un sistema de alimentación de agua por medio de una cisterna o tanque elevado, que garantice el suministro de agua durante dos horas al menos.

b) Un sistema de bombeo, el cual debe contar por lo menos con una bomba eléctrica y otra de combustión interna y con un sistema de presurización, mediante una bomba de menor capacidad que la determinada para la alimentación de la red o por medio de un tanque hidroneumático.

c) Un sistema de descarga de agua, mediante tubería de acero al carbón, con ramales que alimenten a los hidrantes, con las válvulas de seccionamiento necesarias.

d) Tomas siamesas para que en caso de ser necesario, se pueda suministrar agua a la red por medio de ellas.

SISTEMAS CONTRA INCENDIO ADICIONALES

Dado que el agua siempre deberá ser usada como último recurso en el combate de incendios, se deberá contar con equipo extintor que evite daños a las instalaciones eléctricas y electrónicas. Pensando en esto se describe a continuación el equipo necesario en cada nivel del P.C.C. II:

a) Planta baja (acceso, sala de baterías y subestaciones).

- Extinguidores portátiles de bióxido de carbono (CO^2).

- Detectores de concentración de hidrógeno.

b) Primer nivel (Galería de cables).

- Extinguidores portátiles de bióxido de carbono (CO^2)

c) Segundo nivel (Relevadores).

- Sistema automático de agentes halogenados mediante aplicación local. (dentro de gabinetes).

d) Tercer nivel (Sala de TCO's, PDC y Computadoras)

- Sistema automático de agentes halogenados mediante aplicación local (dentro de gabinetes).

e) Cuarto nivel (Azotea).

Extinguidores portátiles de acuerdo a las características del equipo que se proyecte instalar (tipo A, B, o C).

En todos los niveles (a excepción del cuarto nivel), se deben instalar detectores de humo y/o temperatura con sus respectivas alarmas, las cuales deberán de mandar una señal al cuarto de control de alarmas ubicado en el tercer nivel. Además se deberá contar con las salidas de emergencia necesarias.

SISTEMAS CONTRA INCENDIO PARA LAS DISTINTAS MODALIDADES DE TRAMOS

Como se mencionó en el capítulo 2, a finales de 1982- la red del Metro estará formada por 4 distintas modalidades de tramos:

- Elevados
- Superficiales
- Subterráneos
- Subterráneos profundos

Todos tienen una misma función, que es la de permitir la circulación de los trenes. Pero para efectos de los sistemas hidráulicos contra incendio, cuentan con características muy distintas unos de otros, mismas que se describirán a continuación:

TRAMOS ELEVADOS. Este tipo de tramos se encuentran a una elevación promedio de 10 mts. sobre el nivel del piso, la cual nos genera en la tubería una pérdida de presión igual a un kg/cm^2 . No cuentan con cárcamos de bombeo de aguas freáticas las cuales podrían constituir una gran fuente de abastecimiento.

La posible conexión a la red de agua potable municipal

pal, tendría que ser a través de equipos de bombeo, ya que esta red municipal maneja presiones que varían desde 1 hasta 3.5 kg/cm² dependiendo del diámetro de la tubería. En el punto de descarga de los hidrantes se requiere una presión mínima de -- 3.5 kg/cm², por lo tanto la conexión directa a la red no es posible ya que además es necesario vencer las pérdidas de pre -- sión que generan la altura de las instalaciones y la longitud de la tubería.

Es necesario considerar también que en este tipo de estructuras la asistencia de los bomberos y el escape de humos, se facilitan ya que las instalaciones se encuentran abiertas - al exterior.

TRAMOS SUPERFICIALES. Estos tramos presentan características similares a las anteriores, a excepción de que aquí no se presenta el problema de pérdida de presión que genera la altura de las instalaciones ya que en este caso se encuentran a nivel de piso.

La conexión directa a la red de agua potable municipal es posible, pero habría que considerar los altos costos de obra civil que esto implicaría.

TRAMOS SUBTERRANEOS Y SUBTERRANEOS PROFUNDOS. En estos tramos se tiene la ventaja de contar con los cárcamos de -

bombeo de aguas freáticas (explicación en el capítulo 6) que como se mencionó tienen grandes volúmenes de aguas utilizables para el combate de incendios. Su profundidad ayudarla, por la presión de la columna de agua que se genera en caso de la conexión directa a la red municipal de agua potable. Las desventajas que presentan este tipo de tramos son: La gran concentración de humos que se presentarían en los túneles, y la dificultad de asistencia del cuerpo de bomberos en caso dado, ya que se está hablando de espacios cerrados que presentan dificultades para un rápido acceso.

ALTERNATIVAS DE DISEÑO ESTUDIADAS.

Tomando en cuenta las ventajas y desventajas que presentan cada uno de los diferentes tipos de tramos, se estudiaron varias alternativas para la red de hidrantes, intentando siempre homologar el diseño del sistema para hacerlo aplicable en todos los casos.

A continuación se presenta una relación de las principales alternativas estudiadas, describiendo en cada caso el motivo por el cual fueron descartadas. Finalmente se presenta el diseño al cual se llegó.

a) Solo un cabezal de distribución a un lado del túnel con puente. para alimentar los hidrantes del lado opuesto.

Se descartó por insegura para la circulación de los trenes y por no ser aplicable en todos los casos.

b) Colocación de cabezales de distribución en ambos lados de las vías bajo el balasto. Se descartó por ser estorboso dentro de las actividades de mantenimiento y renivelación de vías, además de que se ha comprobado que las corrientes parásitas dañan la tubería.

c) Colocación de cabezales de distribución sobre el balasto, en ambos lados de las vías. Se descartó por las mismas razones del inciso anterior.

d) Instalación de un solo cabezal de distribución al centro y en el techo del túnel para alimentar los hidrantes de ambos lados. Se descartó por ser peligroso para la circulación de los trenes, además de no ser aplicable en todos los casos.

DISEÑO FINAL DEL SISTEMA HIDRAULICO CONTRA INCENDIO PARA TODOS LOS TIPOS DE TRAMOS

1. Red de distribución de agua a hidrantes y rociadores bajoandén.

a) Dos cabezales, uno a cada lado de las vías, sopon

tados por los muros laterales a todo lo largo de la línea, cubriendo espuelas, vías de estacionamiento y vías de enlace.

b) Conexión de ambos cabezales en cada una de las -- estaciones, para compensar posibles bajas de presión cuando se utilice el equipo.

c) Toma siamesa en cada estación, para garantizar el suministro de agua proveniente de los carros cisternas del -- Cuerpo de Bomberos.

d) Ramales de alimentación a rociadores bajo andén, -- para el ataque de fuego bajo el tren, cuando este se encuentre en estación.

e) Ramales de alimentación a hidrantes.

f) En las estaciones de correspondencia se debe pre- -- ver la conexión de las redes de distribución de ambas líneas, -- siguiendo las vías de enlace.

g) La tubería deberá de ser de acero al carbón, ced. -- 40, con juntas soldadas o bridadas e insertos para las conexio -- nes a hidrantes y rociadores (según especificaciones NFPA).

2. Gabinetes en estaciones.

a) Se instalarán gabinetes tipo "C" en las cabeceras de andenes, en la proximidad de la cabina del conductor, ya que será precisamente el conductor el primero en combatir el fuego.

b) Se instalarán gabinetes tipo "B" a la mitad de cada uno de los andenes, con objeto de poder cubrir la totalidad de el área.

3. Gabinetes en interestación.

a) Se instalarán gabinetes tipo "A", cada 70 mts. como máximo, en los muros laterales. Estos alojarán hidrantes y manguera respectiva, así como un hacha y una barreta.

b) La posición de los gabinetes que corresponden a uno de los cabezales, deberá estar defasada 35 mts. como máximo, con respecto a los gabinetes correspondientes al cabezal opuesto.

4. Rociadores bajo andenes.

Los bajos andenes de cada una de las estaciones deberán ser protegidos con un sistema de rociadores. Este sistema deberá ser seccionado con ramales en 3 partes, cada una cubriendo 50 mts. del bajo andén que proteja, para evitar en el momento de operarse una excesiva caída de presión en la tube-

ria.

RECOMENDACIONES ADICIONALES PARA TUNELES

Para las instalaciones subterráneas, además del equipo antes mencionado se hacen las siguientes recomendaciones:

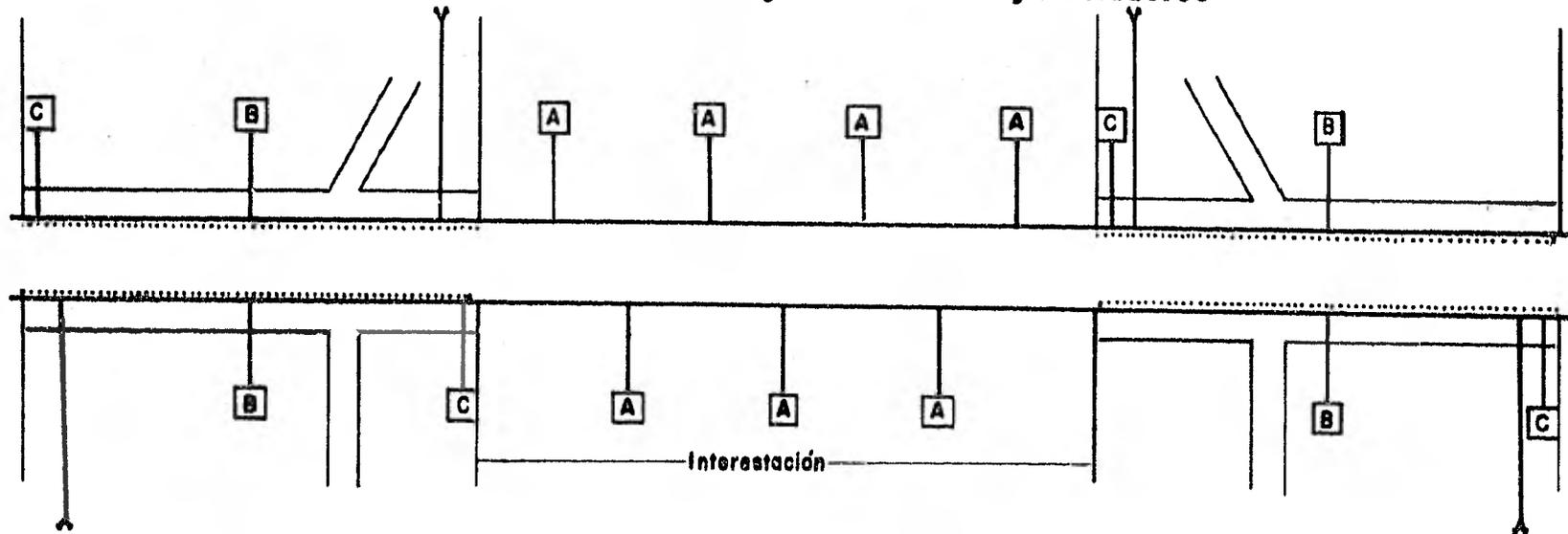
5. Extractores de humo.

a) En todos los ductos de ventilación de las instalaciones subterráneas, se deberá garantizar un óptimo desalojo de humos, para evitar la intoxicación de las personas en caso de un incendio.

b) Mediante pruebas de humo, se deberá verificar si la capacidad de los ventiladores actuales es la adecuada. En caso negativo, se recomienda su cambio por ventiladores de la capacidad que se juzgue necesaria.

c) Deberá garantizarse permanentemente la alimentación eléctrica a estos equipos, para lo cual se recomienda la utilización de cable antiplama y la conexión a subestaciones alternas. Es decir que en caso de falla del suministro de energía eléctrica de una subestación, se pueda contar de forma inmediata con el suministro de una subestación similar.

Red de Distribución de Agua a Hidrantes y Rociadores



Simbología

- Gabinete Con Hidrante Tipo ABC
- Rociadores Bajo Andén
- ⌋ Toma Slamesa
- Cabezal Principal

6. Accesos de emergencia a túneles.

Se hizo la consideración que cualquier instalación subterránea es sumamente costosa, máxime si no se justifica con una frecuente utilización. Es por esto que se recomienda la adaptación de las tapas que dan acceso desde la calle al interior de los cárcamos de bombeo de aguas freáticas, para ser utilizados como accesos de emergencia.

Muchas de estas tapas, en la actualidad se encuentran selladas o cubiertas por nuevas capas de asfalto. Será necesario para adaptarlas, su nivelación con respecto a la calle y la colocación de cerrojos que solo puedan ser abiertos por personas autorizadas.

CRITERIOS SEGUIDOS PARA LA UBICACION DE HIDRANTES.

Para la distribución de hidrantes, el reglamento de la Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros (AMIS) señala lo siguiente:

Los hidrantes chicos y medianos deben ser colocados de tal manera que el chiflón de su manguera pueda llegar hasta 6 mts. de cualquier punto del área que proteja y descargar así su chorro en el incendio cuando se trate de una conflagración tipo "A" y hasta 3 mts cuando el incendio sea del tipo "B" o -

"C".

Especifica además que la longitud de las mangueras no deberá exceder de 30 mts..

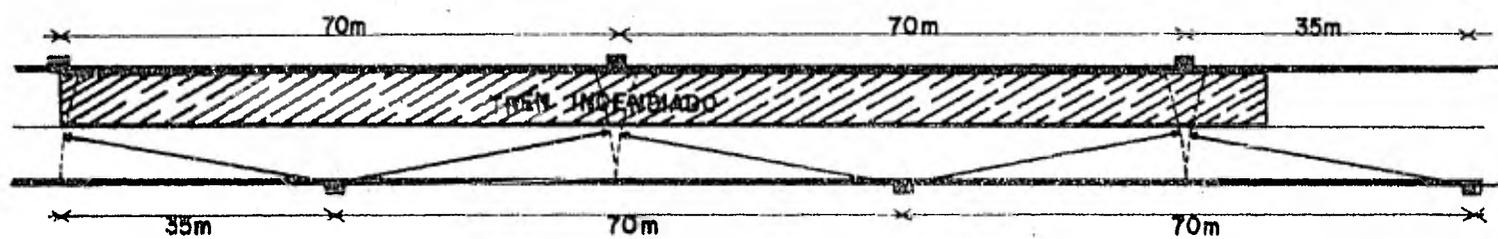
Considerando estos dos señalamientos, se estimó un radio de acción de 36 mts. para cada hidrante. Es debido a esto que en interestaciones se dió una separación de 70 mts. entre hidrantes conectados a un mismo cabezal y una separación de 35 mts. con respecto a los hidrantes conectados al cabezal opuesto. Podría pensarse que este arreglo contempla demasiados hidrantes, pero en caso de incendio en un tren, este mismo bloquearía los hidrantes del cabezal más próximo y la radiación de calor que produce el fuego los haría inaccesibles. Resultando que solo se podrían usar hidrantes del cabezal opuesto. (ver figura)

En el arreglo de hidrantes que se diseñó para las estaciones, se hicieron las consideraciones siguientes:

a) Se cuenta con la ayuda de los rociadores bajo andén.

b) El hidrante de cabecera de andén, se encuentra en la proximidad del "punto normal de paro" de los trenes, ya que será el conductor el primero en atacar el posible incendio.

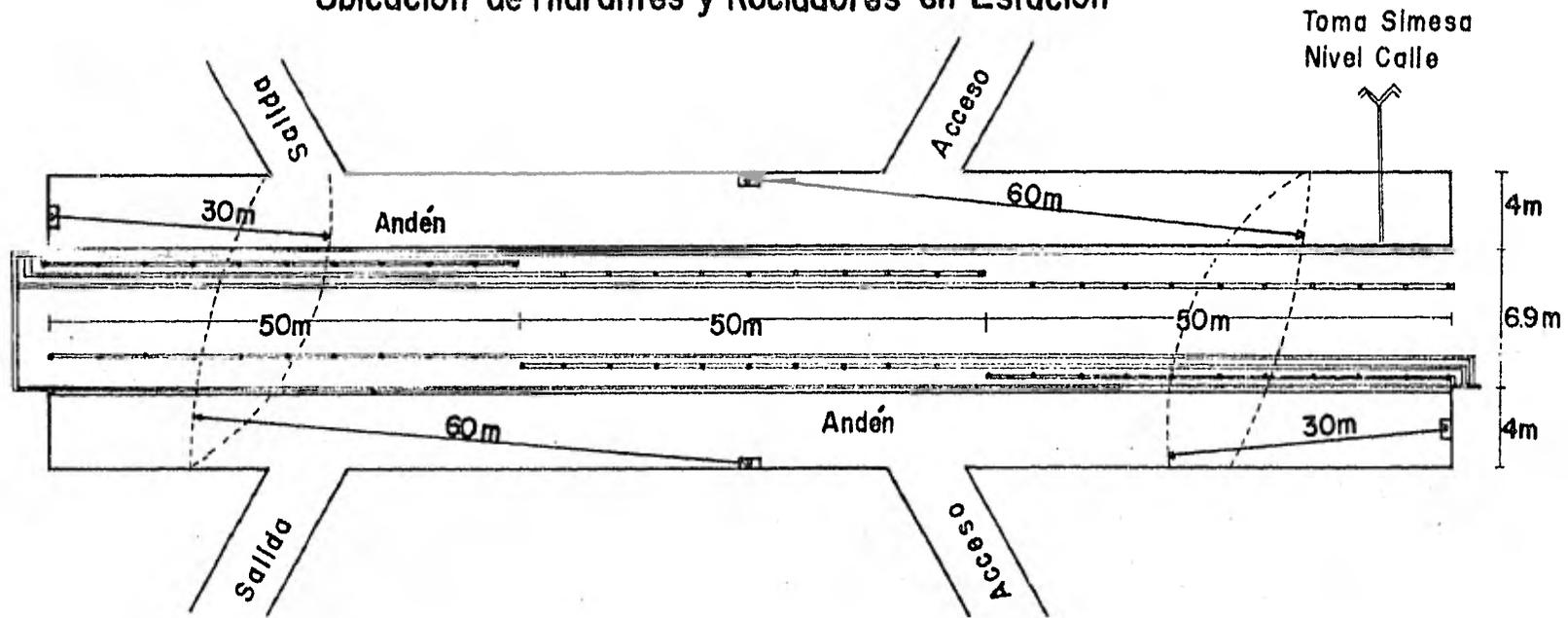
Ubicación de Hidrantes en Interestaciones



Simbología

- Cabezal principal
- Hidrantes bloqueados por el tren
- Hidrantes utilizables
- ← Radio de acción de los hidrantes

Ubicación de Hidrantes y Rociadores en Estacion



Simbología

- Cabezal Principal
- Hidrantes
- Rociadores bajo andén
- ← Radio de acción de los hidrantes

c) El ancho del andén (4 mts.) permite mejores condiciones de maniobras para el combate de incendio en un tren, -- que lo que sería en interestaciones. Por esto el hidrante de mitad de andén cuenta con manguera de extensión, cubriendo -- así la totalidad del área de andenes (ver fig.).

ESPECIFICACIONES DE EQUIPO

A continuación se darán las especificaciones del -- equipo mencionado en el diseño final:

EXTINGUIDORES DE POLVO QUIMICO SECO "ABC"

1. ALCANCE:

Esta especificación cubre a todos los extinguidores de polvo químico "ABC" que se utilizan en el sistema de protección contra incendio.

2. LOCALIZACION:

2.1 No se deberá de caminar más de 15 o 30 mts. para llegar a la unidad portátil más cercana y no se deberá caminar más de 30 o 60 mts. para llegar a la unidad sobre ruedas más cercana según sea el caso.

2.2 Los extinguidores "ABC" de 20 lbs. de capacidad se colocarán en las cabinas de conducción de los trenes y en los gabinetes de cabeceras de andén.

Los extinguidores de 10 lbs. de capacidad se colocarán en el área de las estaciones, en los puntos donde se tenga facilidad de acceso y suficiente visibilidad. En las demás -- áreas como edificios, naves de depósito, talleres, etc. se colocarán en los puntos estratégicos y con las capacidades necesarias.

3. COMPONENTES:

La presión de descarga se logra por gas comprimido -- dentro del mismo contenedor en el caso de los manuales, o bien, en un cilindro de nitrógeno de presurización para el caso de -- unidades móviles sobre ruedas.

CARACTERISTICAS

<u>AREA</u>	<u>CAPACIDAD</u>
Túneles	20 lbs
Estaciones	10 lbs

4. OBSERVACIONES:

En lugares donde se tenga el extinguidor de polvo --

junto al del agua a presión, se colocará una calcomanía con el número uno en el del polvo y el número dos en el del agua.

EXTINGUIDORES DE AGUA A PRESION

1. ALCANCE:

Esta especificación cubre a todos los extinguidores de agua a presión que se utilizan en el sistema de protección contra incendio.

2. GENERALIDADES:

Se usa en tanques presurizados mecánicamente o por medio de gas inerte a presión (nitrógeno). Este componente -- forma una película sobre el material y extrae el calor de combustión.

3. LOCALIZACION:

Con las mismas características que los del tipo de polvo seco.

4. COMPONENTES:

Deberá estar provisto de indicador de presión y con las siguientes características:

CARACTERISTICAS

<u>AREA</u>	<u>CAPACIDAD</u>
General	10 lts.

EXTINGUIDORES DE BIOXIDO DE CARBONO

1. ALCANCE:

Esta especificación cubre a todos los extinguidores del tipo "BC", bióxido de carbono utilizados en el sistema de protección contra incendio.

2. GENERALIDADES:

La materia extinguidora es bióxido de carbono líquido, al accionar la válvula del extinguidor el CO_2 se gasifica y sale como un chorro a presión, la expansión es tan súbita -- que llegan a formarse pedazos de CO_2 sólido en forma de hielo seco. El gas envuelve el fuego y desaloja el oxígeno, sofocando el fuego.

La nieve de bióxido de carbono tiene una temperatura de $-110^{\circ}F$ agregando un efecto de enfriamiento a la extinción.

3. LOCALIZACION:

3.1 No se deberá de caminar más de 15 o 30 mts. para

llegar a la unidad portátil más cercana y no se deberá caminar más de 30 o 60 mts. para llegar a la unidad sobre ruedas más cercana según sea el caso.

3.2 En los lugares donde la probabilidad de un fuego de tipo eléctrico es mayor o donde se necesita no dejar rastro del agente extintor, siempre y cuando sea un área cerrada y no muy poblada o en su defecto de rápida evacuación.

4. COMPONENTES:

El agente extintor es bióxido de carbono, gas incoloro, e inodoro, 1.5 veces más denso que el aire. Se conserva indefinidamente en un tanque de acero presurizado.

Temperatura de operación -20 a -45°C. El extinguidor cuenta con un perno de seguridad en el gatillo de la válvula para evitar un disparo inadecuado.

Para protección de las válvulas de los cilindros de CO₂, deberán de tener un disco de ruptura de seguridad, al romperse este deja visible una señal de advertencia de manera que pueda observarse que el aparato esta fuera de servicio.

CARACTERISTICAS:

<u>AREA</u>	<u>CAPACIDAD</u>
Salas de baterías, subestaciones, ga- lerías de cables, etc..	20 lbs.

GABINETES

1. ALCANCE:

Esta especificación cubre a todos los gabinetes utilizados en el sistema de protección contra incendio del Metro de la Ciudad de México.

2. GENERALIDADES:

Los gabinetes serán de lámina metálica por todos sus costados, teniendo únicamente una mirilla en la puerta. Para abrirlos se necesitará romper el vidrio de la mirilla y accionar una palanca interior de apertura, o bien abrir con una llave de la chapa por el lado exterior.

3. LOCALIZACION:

3.1 Debido a que el tipo de gabinete es función del equipo que almacenará en él, su localización queda definida --

de acuerdo a la situación del equipo empleado.

4. TIPO:

Los gabinetes deberán o podrán ser:

Marca ADMSA ó SIMILAR. Modelo 50M ó 30M

5. COMPONENTES:

5.01 Los gabinetes serán de lámina metálica número-
20.

5.02 Mirilla en puerta frontal de 15 X 30 cm.

5.03 Chapa de apertura exterior.

5.04 Palanca de apertura interior

5.05 Soportado en sus cuatro esquinas contra el mu-
ro, con tornillos 5/16" por 3"

5.06 En el área de túneles y estaciones se tiene -
la siguiente disposición de equipo para cada tipo de gabinete.

TIPO DE GABINETE

CONTIENE

Gabinete para equipo de protección contra incendio del tipo "A" para interestación.

1 Hidrante compuesto de válvula y manguera.

1 Barreta
1 Hacha

Gabinete para equipo de protección contra incendio del tipo "B" para mitad de estación.

1 Hidrante compuesto de válvula y manguera

1 Hacha
1 Manguera de neopreno de 30 mts. de long. - para extensión
1 Barreta

Gabinete para equipo de protección contra incendio del tipo "C" para cabecera de andén.

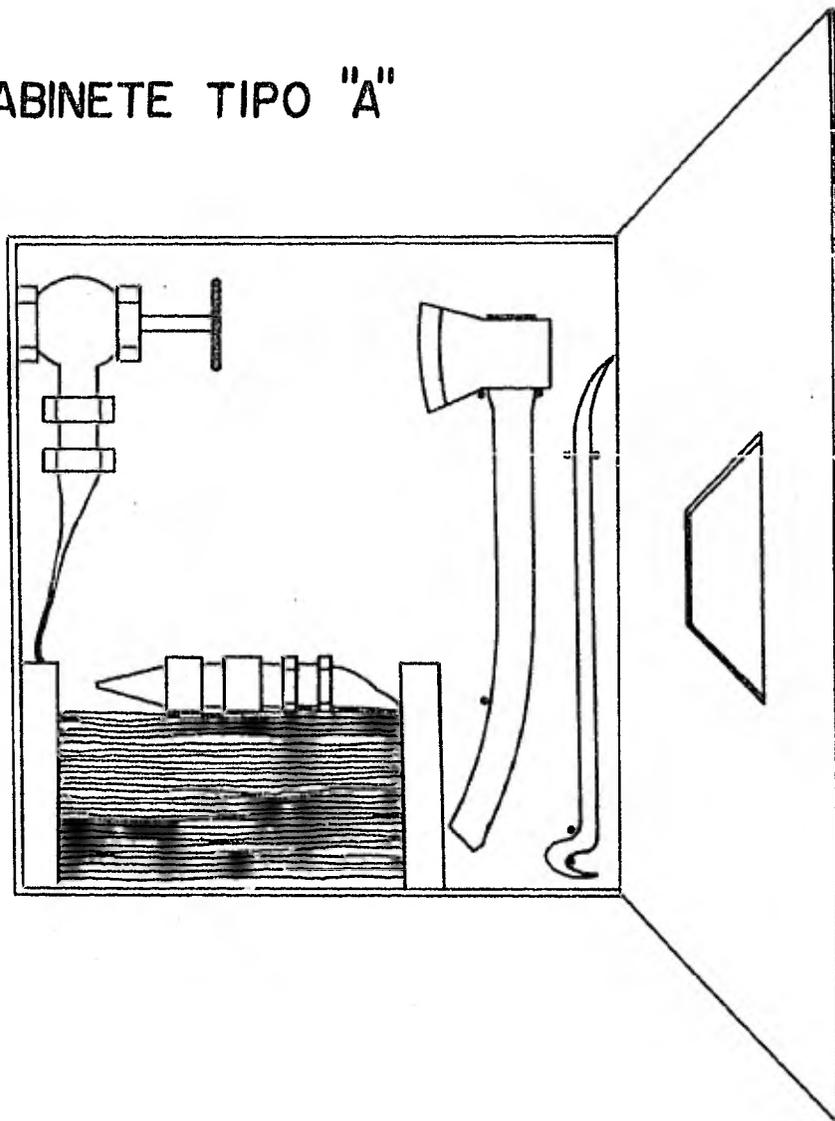
1 Hidrante compuesto de válvula y manguera

1 Extinguidor "ABC" - 20 lbs.

1 Extinguidor agua - 10 lbs.

1 Hacha

1 Barreta

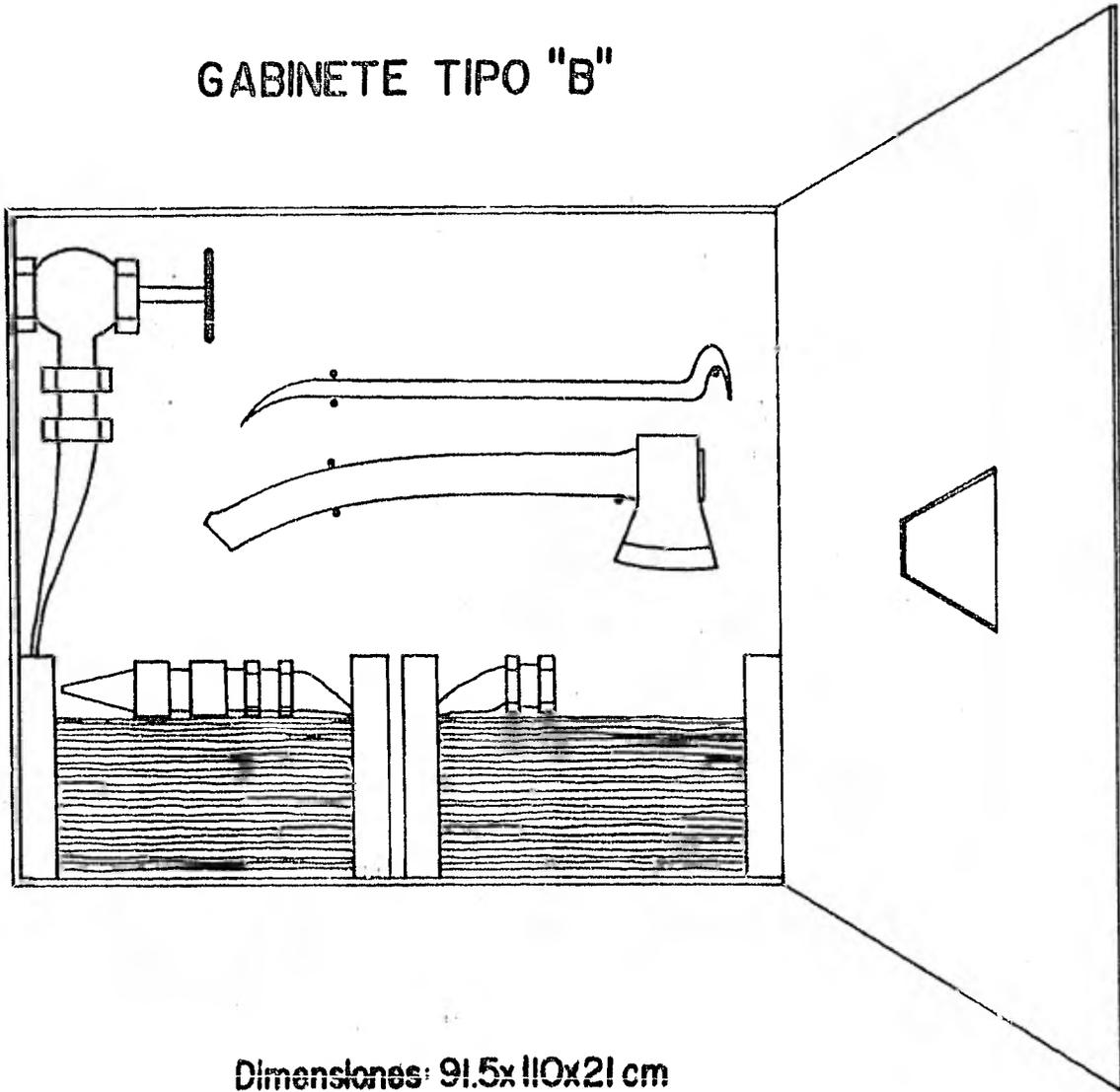
GABINETE TIPO "A"

Dimensiones: 88 x 85 x 21 cm.

Mirilla: 30 x 15 cm

Contiene:

- I Hidrante
- I Manguera de 30 m de longitud
- I Boquerel
- I Barreta
- I Hacha

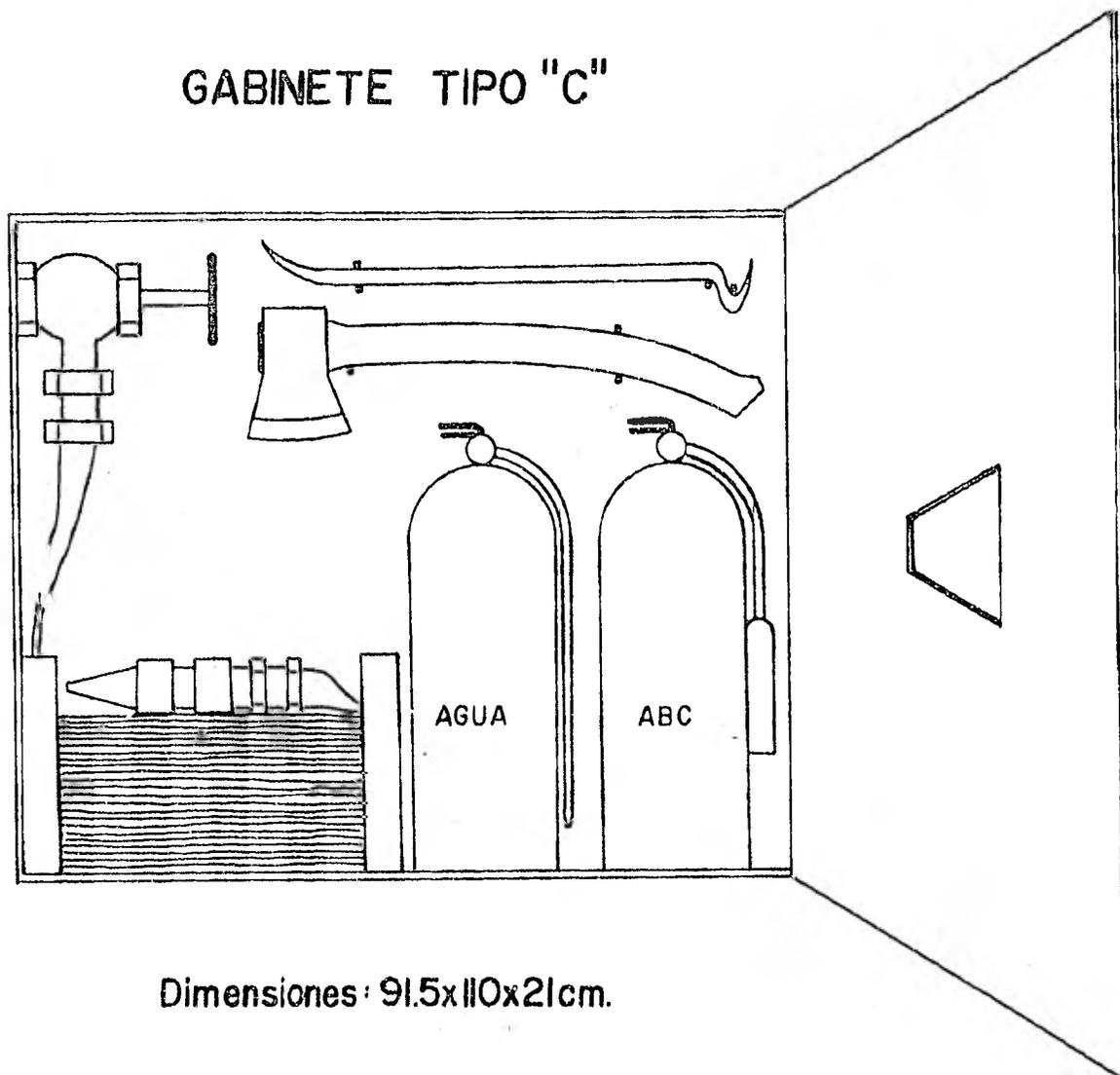
GABINETE TIPO "B"

Dimensiones: 91.5x110x21 cm

Mirilla: 30x15 cm

Contiene:

- 1 Hidrante
- 2 Mangueras de 30m de longitud c/u
- 1 Boquerel
- 1 Hacha
- 1 Barreta

GABINETE TIPO "C"

Dimensiones: 91.5x110x21cm.

Mirilla: 30x15cm.

Contiene:

- I Hidrante
- I Manguera de 30m de longitud
- I Boquerel
- I Extinguidor de agua a presión
- I Extinguidor ABC
- I Hacha
- I Barreta

5.07 DIMENSIONES:

Los gabinetes de tipo B y C son de 110 x 91.5 x 21 cm. corresponden al modelo 30M.

Los gabinetes del tipo A son de 88 x 85 x 21 cm. Corresponde al modelo 50M.

5.08 ACABADOS:

Preparación de superficie: libre de óxido, rebabas e irregularidades en el acabado.

HIDRANTES

CLASIFICACIÓN DE HIDRANTES

Los hidrantes se pueden clasificar de la siguiente manera:

Los hidrantes "chicos" se deben usar preferentemente en lugares donde no se necesiten grandes volúmenes de agua para la extinción de incendios y en los que las personas que manejan las mangueras puedan ser hombres o mujeres no capacitados para el manejo de mangueras de mayor rendimiento.

Los hidrantes "medianos" se usarán en lugares donde -

se necesiten mayores volúmenes de agua que en los que se usan hidrantes "chicos" y que el personal, hombres solamente, no estén lo suficientemente entrenados para usar mangueras de mayor diámetro.

Los hidrantes "grandes" se usarán en los lugares de -- características diferentes a los anteriores, o sea aquellos en que se necesiten grandes cantidades de agua y que los hombres que vayan a usar las mangueras estén debidamente entrenados y capacitados para el manejo de este tipo de hidrantes.

Las características de los componentes de la red de hidrantes deben ser las siguientes:

HIDRANTES

CARACTERISTICAS	CHICOS	MEDIANOS	GRANDES
Válvula, deberá ser colocada a una altura - no mayor de 1.60 mts. - sobre el nivel del piso con un diámetro de:	50.8 mm	50.8 mm	63.3 mm
Boquereles, para incendios clase "A" con chiflón de chorro que tenga en su punto de descarga un diámetro inferior de:	11.1125 mm (7/16")	14.275 mm (9/16")	25.4 mm (1")
	12.7 mm (1/2")	17.56 mm (11/16")	28.65 mm (9/8")
Con chiflón tipo regadera ajustable:	38.1 mm (3/2")	50.8 mm (2")	63.3 mm (5/2")
Los boquereles de chorro son los adecuados para lugares cuyos contenidos no se esparcen ni se dañan por la fuerza del agua, y los de regadera para usarse en substancias a granel o fáciles de disgregarse o dañarse por la fuerza del agua.			
Para incendios clase "B" o "C" chiflón tipo neblina o atomizador	38.1 mm (3/2")	50.8 mm (2")	63.3 mm (5/2")

HIDRANTES

CARACTERISTICAS	CHICOS	MEDIANOS	GRANDES
Manueras, de lino o de algodón forradas interiormente de hule. Diámetro de:	38.1 mm (3/2")	50.8 mm (2")	63.3 mm (5/2")
Su longitud no deberá exceder de:	30 mts (100')	30 mts (100')	30 mts (100')
Presión del agua. Esta deberá ser como mínimo: (por pulgada cuadrada). Para incendio clase-"A"	25 lbs.	30 lbs	30 lbs
Para incendio clase-"B" o "C"	50 lbs	50 lbs	50 lbs
Volúmenes de --- agua. Deberá ser suficiente para que dos hidrantes puedan simultáneamente descargar. (por minuto y por -- hidrante).	140 lts (35 gls)	240 lts (60 gls)	650 lts (160 gls)

HIDRANTES A USAR EN LINEA

1. ALCANCE:

Esta especificación cubre los hidrantes interiores, - que se instalarán como parte del sistema de protección contra - incendio del Sistema de Transporte Colectivo, Metro.

1. GENERALIDADES:

De acuerdo con las normas que rigen la protección con- tra incendio, la altura máxima del hidrante es de 1.60 mts., a partir del piso terminado. La presión de descarga estará en - función de los usuarios, así como el diámetro de las manguera--- ras. El gasto se determina con respecto a la clase de riesgo, la longitud de la manguera depende del área del riesgo que pro- teja.

3. LOCALIZACION:

En el área de interestaciones se tiene el siguiente - criterio para la ubicación de los hidrantes:

a) Estarán distribuidos a cada 70 mts., en cada una de las vías, interlazados cada 35 mts., de modo que cada - -- 35 mts., se encuentre un hidrante, con manguera de 30 mts.

b) En las cabeceras de andén, en dirección al tránsito normal de la vía que se trate, o sea, la que corresponde a la cabina del conductor, habrá un hidrante con manguera de 30 mts., de tal manera que sea lo más pronto alcanzable por el conductor responsable sin interferir con el tránsito normal de esta área.

c) En los andenes de cada estación se tendrá un hidrante a la mitad de la longitud de cada andén.

4. COMPONENTES:

4.1 El ramal proveniente del cabezal principal, de 2" ϕ , volteará con codo de 90° a una altura aproximadamente de 1.60 mts., hacia el hidrante para conectar con la válvula.

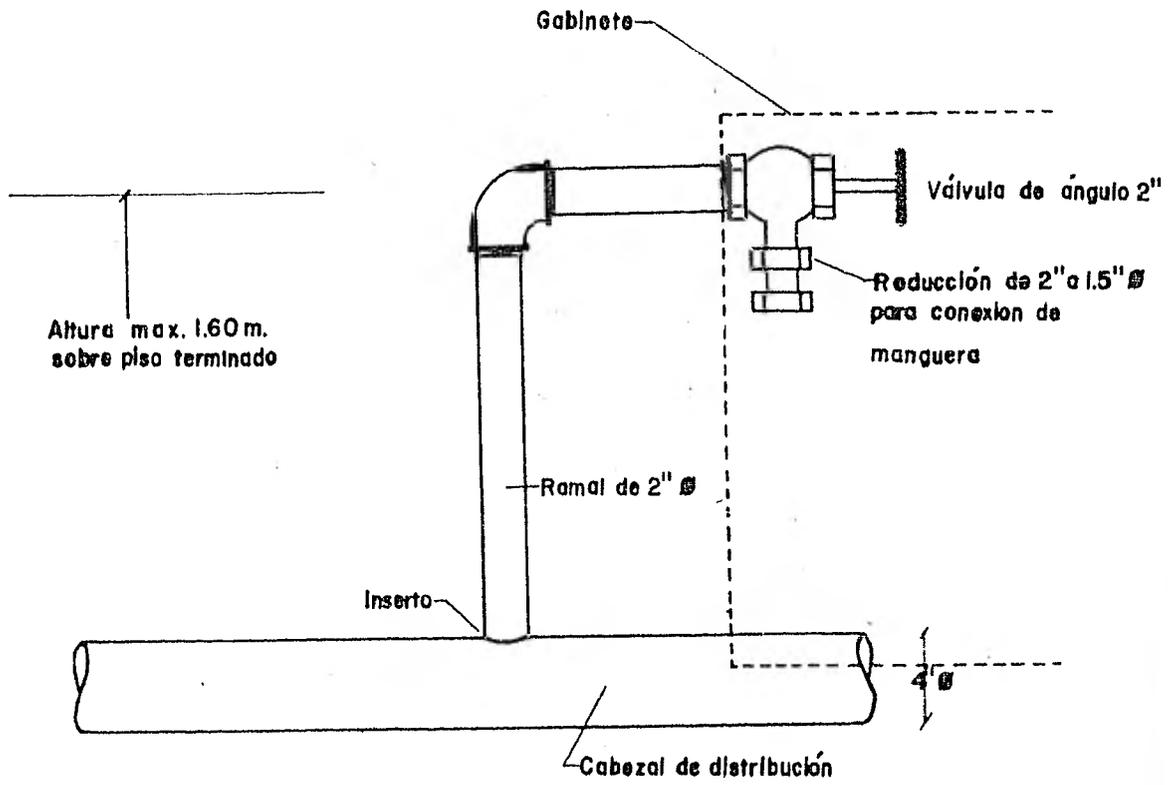
4.2 Se utilizará una válvula de ángulo de 2" de diámetro.

4.3 La conexión de la válvula con la manguera se hará por medio de una reducción concéntrica de 2 x 1.5" de diámetro.

HIDRANTE

Diagrama de Componentes

95



MANGUERAS

1. ALCANCE:

Esta especificación cubre las mangueras utilizadas en el sistema de protección contra incendio del Sistema de Transporte Colectivo.

2. GENERALIDADES:

Las mangueras utilizadas cubren todos los requerimientos de las normas de protección contra incendio, entre las cuales se indica que toda manguera debe estar permanentemente acoplada a un hidrante. En algunos casos en este estudio se tienen mangueras extras que servirán únicamente en el caso en que la longitud de la manguera fija en el hidrante sea insuficiente para alcanzar el objetivo, se removerá el boquerel, se acoplará la manguera de extensión y finalmente a esta se acoplará el boquerel por el extremo libre, teniéndose una longitud total de dos veces la longitud de una manguera. El tipo de acoplamiento utilizado facilitará todas estas maniobras y estas se harán en un mínimo de tiempo ya que para el acople no serán necesarias herramientas, en todos los casos serán coples rápidos.

3. LOCALIZACION:

a) Como lo dictan las normas NFPA., las mangueras deberán estar permanentemente acopladas a sus hidrantes respectivos. Por lo que su localización es la misma de los hidrantes.

b) Las mangueras de extensión, deberán estar localizadas en el interior de los gabinetes de mitad de andén (tipo-"B") y adyacentes a la manguera normal que permanece acoplada al hidrante.

4. COMPONENTES:

Clase de tejido	Tubular
Tipo de tejido	Lana o sarga
Material de tejido	Fibra continua de poliester.
Material del tubo interior	Neopreno
Longitud	30 mts.
Conexión	Cople rápido
Presión máxima de trabajo	6.64 Kg/cm ² (95 PSI)
Presión de pruebas	28 Kg/cm ² (400 PSI)
Presión de ruptura	50 Kg/cm ² (700 PSI)
Diámetro	1.5 pulgadas.

5. TIPO:

Deberán ser marca PARSCH o SIM modelo SUPRA SINTETIC-INC.

6. OBSERVACIONES:

Después de usar una manguera, deberá lavarse y secarse, dejándola extendida sobre un plano inclinado, o colgada -- con no más de un pliegue, para evitar bolsas de agua.

6.1 Toda manguera que presente picaduras o roturas -- no deberá ser parchada, sino substituida.

6.2 El proveedor deberá de suministrar la herramienta necesaria para efectuar el desacople, la cual se localizará en algún lugar designado por el jefe de estación o la persona encargada del área donde se requiera.

BOQUERELES

1. ALCANCE:

Esta especificación cubre los boquereles que se instalarán como parte de los hidrantes del sistema de protección -- contra incendio del Sistema de Transporte Colectivo.

2. GENERALIDADES:

Debido a que pudieran presentarse diferentes tipos de fuegos y las personas que utilizarán los hidrantes pueden ser de diversas características, se deberá tener un boquerel versátil, con capacidad de producir neblina o chorro directo, por lo tanto, el tipo más adecuado será un boquerel de tres pasos.

3. LOCALIZACION:

Unicamente conectados a las mangueras de los hidrantes.

4. COMPONENTES:

Construidos en bronce pulido, operación tres pasos: - chorro directo, neblina o cerrado. Con cople rápido o adaptador para cople rápido, 1.5" de diámetro marca ELKHART o similar (coples rápidos de expansión giratoria).

SISTEMA DE ROCIADORES EN LOS BAJO ANDENES DE LAS ESTACIONES

1. ALCANCE:

Esta especificación cubre al sistema de rociadores de

todos los bajo andenes utilizados en el sistema de protección contra incendio.

2. GENERALIDADES:

Debido a la dificultad que se presenta al tener un conato en la parte inferior de un convoy, a su llegada a la estación, por no tener espacio suficiente para las maniobras de extinción y control, se colocará un sistema de rociadores de línea seca con operación manual, para proteger en 3 partes el andén, con control individual para cada sección.

3. LOCALIZACION:

En ambos bajo andenes de cada estación.

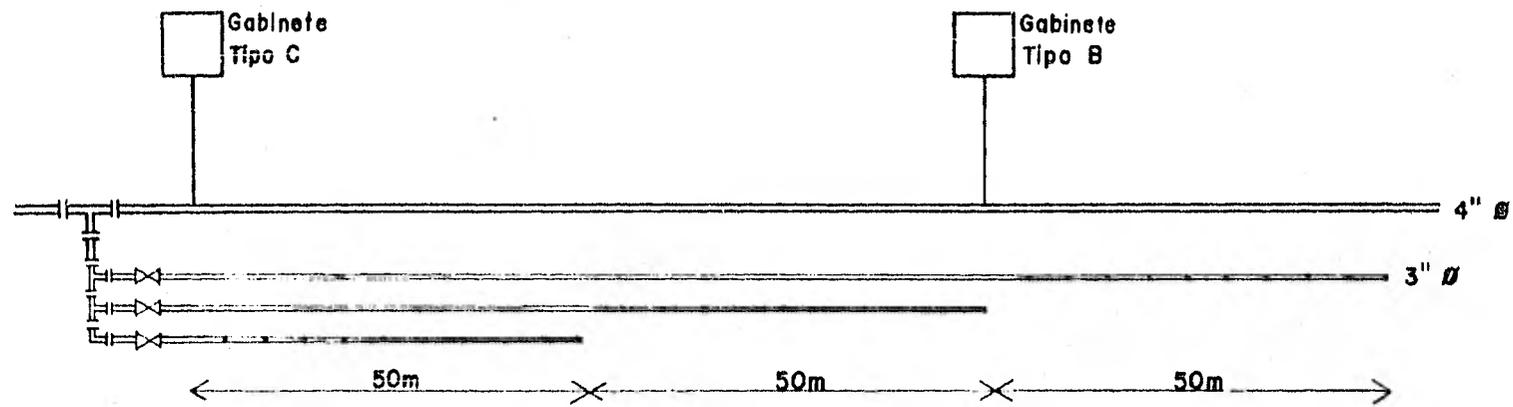
4. COMPONENTES:

4.1 Iniciación.- Tubería de 3" que entronca con cabezal de 3" o 4"Ø de la red de hidrantes.

4.2 Válvulas de compuerta, vástago saliente para cada una de las líneas de las 3 zonas del bajo andén.

4.3 Tubería desde las válvulas hasta el punto donde comienza la zona de rociadores para cada una de las 3 seccio-

Diagrama de Zona de Rociadores Bajo Anden



Simbologia

-  Te de Fo:Fo
-  Extremidad
-  Valvula de Compuerta
-  Angulo de 90°
-  Inserto
-  Rociadores

nes.

4.3 Tuberías para las zonas de los rociadores.

4.4 Nebulizadores de 1/4" de diámetro en el orificio, colocados a cada 3.6 mts., de distancia uno del otro.

5. TIPO:

Marca VIKING modelo "SPRAY NOZZLE A - 2" o similar.

TOMAS SIAMESAS

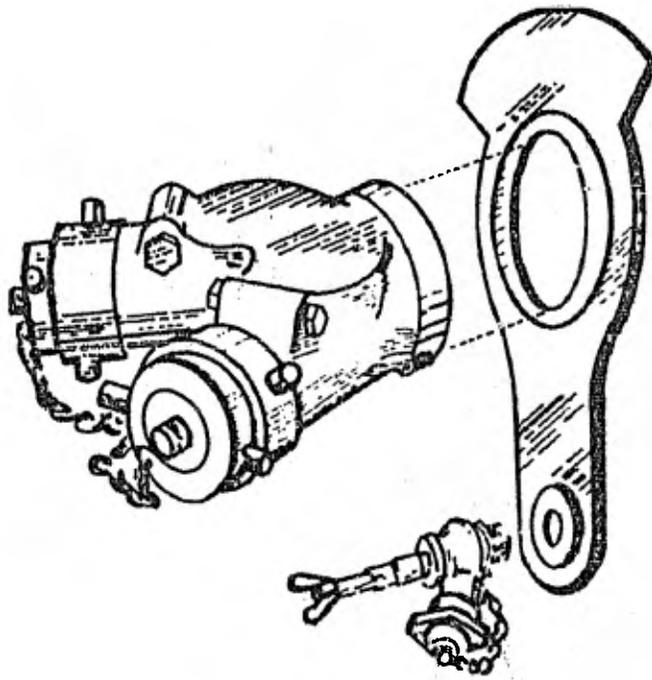
1. ALCANCE:

Esta especificación cubre las tomas siamesas que serán empleadas por el cuerpo de bomberos. A través de ellas se alimentará a cualquier hidrante de la red, independizando el servicio del cuarto de bombas propio del sistema.

2. GENERALIDADES:

Las tomas siamesas deberán colocarse en las fachadas de los edificios o estaciones, a una altura máxima de 60 cm., del nivel de piso terminado y cubriendo una distancia de 9 mts. de fachada, donde el acceso a ella sea rápido, quedando enfren

TOMA SIAMESA



- 1.- Cuerpo de toma siamesa en bronce pulido y cromado con dos entradas de 63mm. cada una, rosca especial para uso exclusivo del cuerpo de bomberos, con tapones y cadenas.
- 2.- Placa larga en bronce pulido y cromado.
- 3.- Llave de purga o riego de 19mm.

te de un lugar donde el estacionamiento esté prohibido y la -
circulación sea reducida.

3. LOCALIZACION:

. En todos los casos se llevará la trayectoria hasta la
tubería a través de los ductos y rejillas de ventilación evi--
tando al máximo la obra civil. Y de las rejillas se llevará -
la toma hasta la fachada más conveniente.

4. CARACTERISTICAS

Toma siamesa standard, cuerpo de bronce pálido, con -
dos entradas roscadas, para uso exclusivo del Cuerpo de Bombe-
ros con tapones de cachucha, asegurados con cadena.

5. TIPO:

Marca ECLIPSE o similar. Modelo STD.

HACHAS

1. ALCANCE:

Esta especificación cubre las hachas que se instala-
rán como parte del equipo del sistema de protección contra --

incendio del Sistema de Transporte Colectivo.

2. UBICACION:

Las hachas se colocarán en los gabinetes, como se muestra en los dibujos pertenecientes a "gabinetes".

3. CARACTERISTICAS:

Se usarán hachas con hojas de acero fundido tipo hacha pico, con mango de madera tipo pata de cabra de 75 cm., de longitud.

4. TIPO:

Marca F.M. o similar modelo STD.

BARRETAS

1. ALCANCE:

Esta especificación cubre las barretas que se colocarán en las instalaciones del S.T.C. como parte del sistema de protección contra incendio.

2. GENERALIDADES

La barreta se usará como palanca para abrir puertas, -
remover escombros y cualquier ayuda que pueda dar en las manio
bras de control, evacuación y ataque al fuego por parte del --
personal especializado.

3. CARACTERISTICAS:

Barreta de acero al carbón, de una sola pieza, trata-
da térmicamente, puntas de trabajo templadas.

4. TIPO:

Barretas uña, longitud 75 cm., diámetro 20 mm, peso -
1.8 kgs.

Marca TRUE TEMPER o similar, calidad PAPAGAYO modelo -
BUP 75.

ESPECIFICACIONES DE TUBERIA

1. ALCANCE:

Estas especificaciones cubren las tuberías que se em
plearán en el sistema de protección contra incendio del S.T.C.

2. GENERALIDADES:

Para tubería, el diámetro mínimo recomendado para alimentación de hidrantes con salida de 1.5" de diámetro es de 3", si la longitud de la tubería es mayor de 100 mts.

3. CARACTERISTICAS:

Rangos de Operación:

Temperatura----- 0 a 50°C

Presión ----- Operación 0 - 175 PSI

2.5" y menor: Acero al carbón, con costura, CEd. - 40, extremos roscados ASTM A-53 Gr. - A o B.

De 3" a 4" Acero al carbón, con costura, CEd. - 40, soldable, extremos biselados, -- ASTM A 53 Gr. B.

Excepto en tramos con conexiones bridadas.

Se usarán tramos de 6.4 mts., de longitud con bridas cada cuatro tramos.

Por lo tanto se deberá tener la siguiente secuencia:

BRIDA
SOLDADURA
SOLDADURA
BRIDA

Espaciadas 25 mts., aproximadamente.

4. RECUBRIMIENTO Y ACABADOS:

4.01. Preparación de superficie: Libre de óxido, rebabas e incrustaciones.

4.02. Recubrimiento primario: A base de óxido de --- fierro, cromato de Zinc y resina fenólica.

Espesor: 2.0 mm

Especificaciones: Dupont código 373-00759
ENG. No. - 1009
Primario submarino.

4.03. Acabado. Pintura de resina alquidial color rojo fuego. Espesor 1.5 mm., especificación Dupont, código - -- 090-00014 Eng., No. 5002.

EQUIPO DE BOMBEO

Las bombas que forman parte del sistema de protección contra incendio del S.T.C., deberán tener las siguientes características:

- Ser siempre del tipo cebadas o autocebantes.
- Poder rendir 150% de su capacidad normal con 65% de su presión normal.

- De preferencia ser del tipo de alimentación por presión; en caso de que sea de alimentación por succión, la altura de esta succión no deberá de exceder de 4.50 mts., y además deberá estar provista de una válvula de pie y su pichancha.

El equipo de bombeo deberá ser capaz de entregar como mínimo, una presión de 50 lbs/pulg²., en los dos hidrantes más altos de la red, probados al mismo tiempo. La misma presión - deberá darse en los dos hidrantes más lejanos, probados por se parado de los más altos.

El equipo de bombeo deberá proporcionar un gasto suficiente para que dos hidrantes puedan simultáneamente descargar.

Cada hidrante deberá tener una descarga de:

140 lts/min., para hidrante chico.

240 lts/min. para hidrante mediano.

650 lts/min. para hidrante grande.

Toda bomba deberá ser probada cada 30 días como mínimo, bajo el gasto y presión normales, durante tres minutos.

6.- NUEVAS FORMAS DE ALIMENTACION DE LOS SISTEMAS HIDRAULICOS CONTRA INCENDIO

El reglamento de la Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros (AMIS) con respecto a la alimentación de los sistemas hidráulicos contra incendio, hace los siguientes señalamientos:

FUENTES DE AGUA

Las fuentes de agua que se usan en las redes de hidrantes y rociadores, se dividen en dos clases: Primarias y Directas.

Fuentes Primarias.- Son aquellas que alimentan originalmente con agua al riesgo protegido y pueden ser de cualquier clase siempre y cuando proporcionen agua en la calidad y volumen necesario para llenar su cometido. Estas fuentes pueden ser ríos, fuentes, cisternas, pozos, servicios municipales, etc..

Fuentes Directas. Son aquellas que proveen de agua permanentemente en la calidad, volumen y presión necesaria, a la red de hidrantes del riesgo protegido y son: Depósitos por gravedad, depósitos a presión (es decir tanques a presión y su equipo) y equipos de bombeo.

Normalmente los proyectos de redes hidráulicas para el combate de incendios consideran cisternas o tanques de almacenamiento de agua en sus diseños, los cuales representan grandes inversiones muertas por su poca o nula utilización.

En el caso de la red del Metro, hemos cambiado este criterio, ya que debemos considerar la gran magnitud y extensión de sus instalaciones, además de su función principal que es la de proporcionar servicio a la colectividad.

La red hidráulica para el combate de incendios que se propone en este trabajo, queda justificada por la protección que ofrece a las personas e instalaciones, pero puede además proporcionar un servicio adicional para la ciudad, si se le utiliza adecuadamente. A continuación se describirá su posible utilización para el aprovechamiento de aguas freáticas, o bien como tubería de conducción de agua potable.

UTILIZACION DE LOS CARCAMOS DE AGUAS FREATICAS EN LOS SISTEMAS HIDRAULICOS CONTRA INCENDIO

El subsuelo de la Ciudad de México está compuesto por agua en una gran proporción. A estas aguas se les denomina "freáticas" o "manto freático" y constituyeron durante muchos años un obstáculo insalvable para la construcción del Metro de la Ciudad de México. Gracias a los adelantos técnicos-

se pudieron realizar las obras de manera satisfactoria, sin embargo los mantos freáticos constituyen todavía un problema, ya que estas aguas tienden a filtrarse al interior de las instalaciones subterráneas del Metro. Para evitar que las filtraciones afecten de manera perjudicial a las instalaciones, se construyeron a todo lo largo de los túneles, "canales cubeta" que se encargan de guiar estas aguas hacia depósitos denominados "cárcamos", donde son bombeadas hacia los colectores de la red de drenaje municipal.

El volumen de las aguas freáticas varía estacionalmente, es decir que en la temporada de lluvias aumenta y en la temporada de estiaje disminuye. Esta variación es perceptible en los cárcamos de bombeo, donde en la temporada de lluvias, los canales cubeta que funcionan por gravedad, conducen mayores volúmenes de agua freática, obligando así a los equipos de bombeo de los cárcamos a trabajar con mayor frecuencia (caso contrario ocurre en la temporada de estiaje).

Hasta la fecha no se ha tenido un control del bombeo de estas aguas freáticas y dado que son componentes importantes del subsuelo, se puede estar contribuyendo a los severos hundimientos de terreno ocurridos en esta ciudad.

En el pasado se realizaron análisis químicos de estas aguas freáticas y se vio que aunque no pueden considerarse

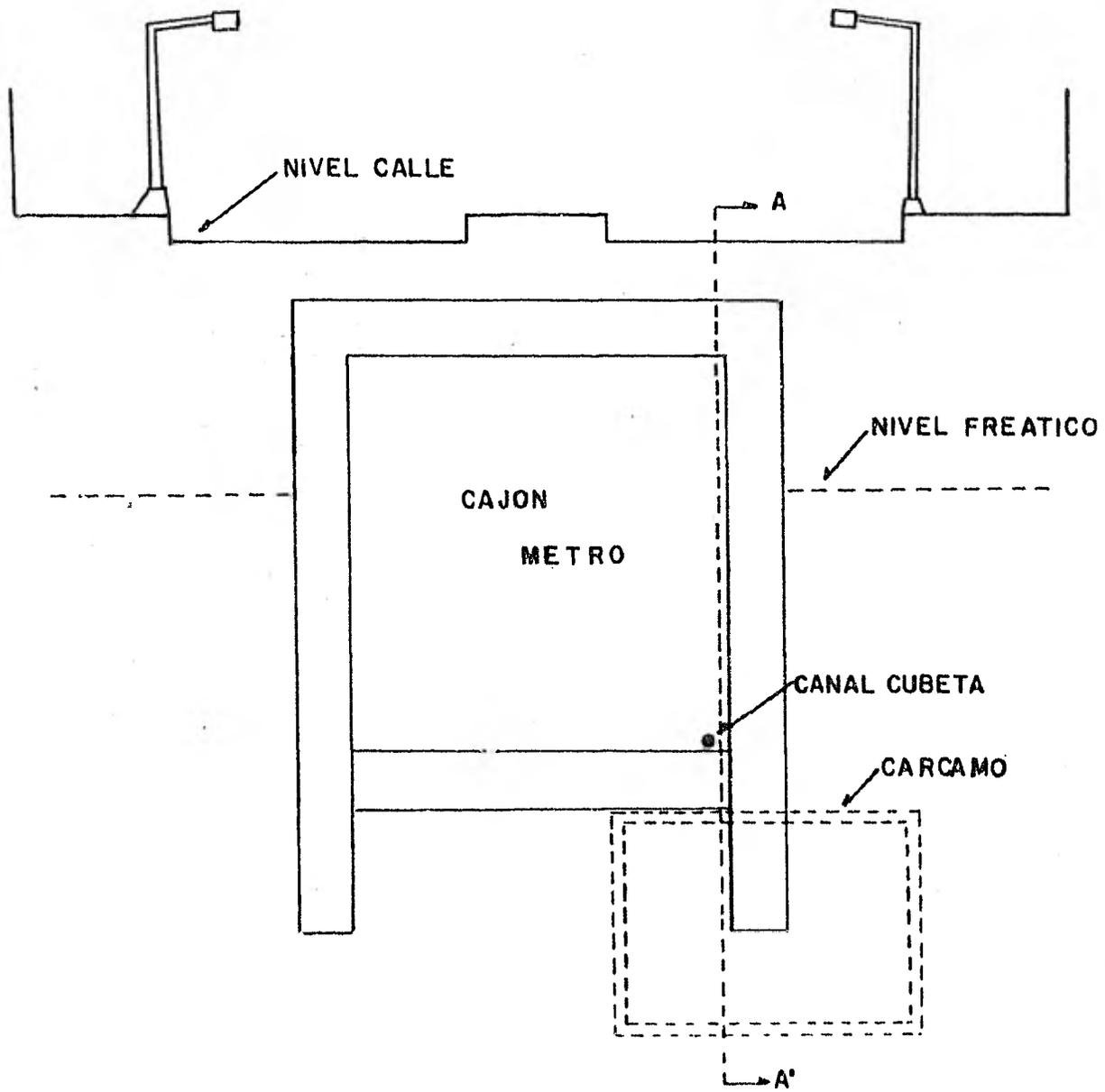


FIG. 1

Detalle de corte A - A'

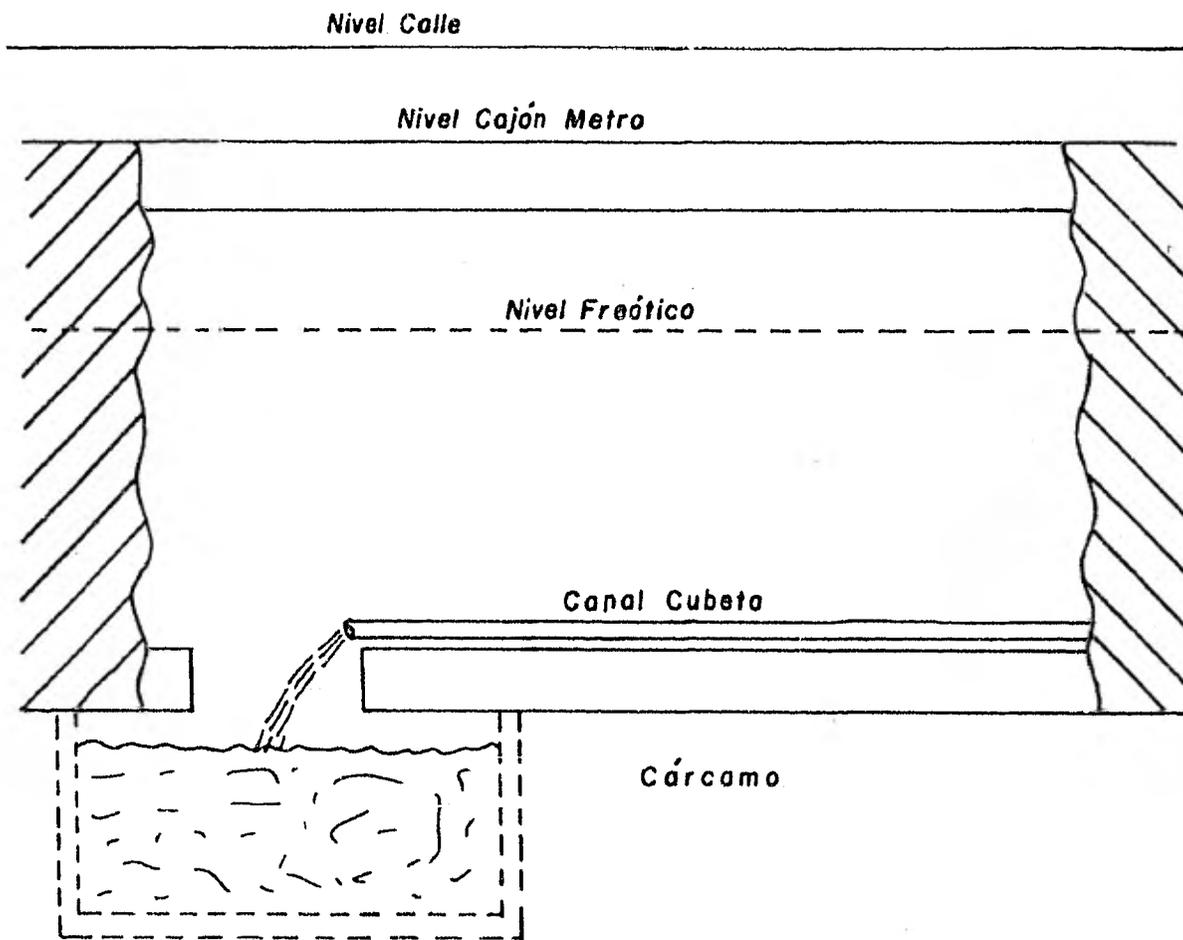


Fig. 2

como potables, si tienen un grado aceptable de limpieza (consultar tabla).

Lo anterior nos mueve a pensar en la utilización de estas aguas, las cuales se podrían emplear para riego de parques, camellones y otras áreas verdes. Con esta acción se estaría recirculando esta agua freática, evitando así el desecamiento del subsuelo de la ciudad y consecuentemente los hundimientos de terreno, ya que estas aguas en su mayoría regresarían al manto freático.

Dentro del S.T.C. se podrían emplear de diversas maneras:

- Para el enfriamiento del aire que se introduce para la ventilación de los túneles.
- Para alimentar la red hidráulica contra incendio del sistema.
- Para el lavado de trenes.
- Para lavado de Balasto.
- Para uso en sanitarios.
- Para la limpieza profunda en estaciones.
- Para riego.

- Etc.

Esto traería como consecuencia un apreciable ahorro de agua potable. Dado lo escaso del vital líquido, se emprendería una acción que beneficiarla con mucho a la ciudad.

Como se mencionó anteriormente, es conveniente que las aguas freáticas sean recirculadas, es decir que su uso final sea para riego de áreas verdes, pudiendo así retornar al manto freático. Teniendo esto como finalidad, en el S.T.C. se les podría aprovechar sin llegar a contaminarlas. En otras palabras, si se usan para el enfriamiento del aire que ventila los túneles, por un lado se mejoraría el ambiente, dando así mayor confort al público usuario y además en el trayecto hasta donde se les emplearía para riego, se podrían usar para alimentar la red hidráulica contra incendio. Es importante notar -- que en ninguno de éstos dos usos que se les diera dentro del S.T.C., se estaría contaminando a estas aguas, salvo en el caso que se usaran para sofocar un fuego.

En los otros usos que se mencionaron anteriormente, -- para lavado de trenes o para uso en sanitarios, se les contaminarla, pero finalmente estas aguas se aprovecharían y no serían vaciadas en la red de drenaje municipal sin ninguna utilidad, -- como se hace actualmente.

Se realizó una labor de reconocimiento de los cárcamos de la línea uno y se observó que se tiene una capacidad de almacenamiento de aguas freáticas igual a 2,261,040 litros, -- sumando las capacidades de los 49 cárcamos desde la terminal - Observatorio a la terminal Zaragoza. Salta a la vista que se trata de un volumen de aguas freáticas bastante considerable -- como para seguir siendo desperdiciado.

Solo se ha mencionado la capacidad de almacenamiento de los cárcamos de Línea 1, pero la realidad es que el volumen de aguas freáticas que llega a estos cárcamos diariamente es mayor; nunca llegan a saturarse gracias a los equipos de -- bombeo con que cuentan.

Según los datos proporcionados por la Sección de Instalaciones Hidráulicas, se estima que los gastos de aguas freáticas que llegan a los cárcamos fluctúan de la siguiente manera:

AFORO DE AGUAS FREATICAS

TEMPORADA	RANGO DE VARIACION
Lluvías	de 1 a 5 lts/seg.
Estiaje	de 0.6 a 3 lts/seg.

TABLA

TABLA DE CONTENIDOS LIMITE FIJADOS POR EL REGLAMENTO
FEDERAL SOBRE OBRAS DE PROVISION DE AGUA POTABLE (1973)

TURBIEDAD. No excederá del número de 10 (diez) de la escala de sílice (1).

COLOR. No excederá del número de 20 (veinte) de la escala de platino (2).

ALCALINIDAD TOTAL. Expresada como CaCO_3 , hasta....
400.

DUREZA TOTAL. Expresada como CaCO_3 , hasta....300.

HIERRO y MANGANESO. Expresado en Fe y Mn, hasta..0.30(3)

SODIO. Calculado, expresado como Na, hasta....400(4)

SULFATOS. Expresados en $\text{SO}_4^{=}$, hasta....250.

CLORUROS. Expresados en Cl^- , hasta....250.

FLORUROS. Expresados en F^- , hasta...1.50 (5).

NOTA:

Con excepción de la turbiedad y el color, todos los valores estan expresados en partes por millón.

(1), (2) y (3) internamente se han adoptado los valores que marcan las normas internacionales y de los Estados Unidos para agua potable que son:

TURBIEDAD	5 UJ (Unidades Jackson)
COLOR	10 UPt-Co (Unidades de color Platino Cobalto)
HIERRO	0.3 ppm
MANGANESO	0.05 ppm

(4) La cantidad de sodio permisible en el agua potable no ha sido fijada en ninguna norma, algunos marcan tentativamente ciertos límites. Con el fin de tener un valor definido, se escogió el de 400 ppm, máximo.

(5) Aunque este valor es el que fija el Reglamento, es mejor determinar la cantidad óptima en función de la temperatura ambiente de la localidad, en cuyas fuentes se desee regular este elemento.

CONCENTRACION DE RESULTADOS DE ALGUNOS ANALISIS DE AGUAS
PREATICAS EFECTUADOS EN EL LABORATORIO DEL S.T.C.

F E C H A CARCAMO DE PROCEDENCIA	CONTENIDO / LIMITE MAXIMO PERMITIDO PARA AGUA POTABLE (PARTES POR MILLON)				
	CLORUROS	MAGNESIO	CALCIO	DUREZA TOTAL	SODIO POTASIO
	250	125		300	400
6 / ENERO / 82					
SAN LAZARO	245.37	66.0	182.66	248.66	
NORMAL	40.89	35.0	201.33	236.33	
GELATI	34.76	24.65	108.33	132.98	
TRANSICION	149.95	23.95	119.40	143.35	
CORREGIDORA	164.95	18.10	49.28	67.38	
VIANUCTO	40.89	44.60	140.25	184.85	
10 / ABRIL / 81					
CAD. 14+351-V2-INTER. DIVI- SION DEL NORTE-ZAPATA	42.17	12.60	20.08		14.20 11.20
EUGENIA (PASARELAS SUR)	42.17	10.70	20.35		26.30 32.00
14 / ENERO / 81					
DIVISION DEL NORTE	4.74	13.1	28.5		100.7 30.0
19 / ABRIL / 80					
CUAUNTEMOC (ACCESO SUR)		19.7	33		72 17

CANTIDADES EN PARTES POR MILLON (p. p. m.)

NOTA : PODEMOS OBSERVAR QUE EN NINGUNO DE LOS CASOS SE EXCEDE EL LIMITE MAXIMO PERMITIDO. POR LO QUE LA CALIDAD DE LAS AGUAS ES ACEPTABLE, SALVO EN EL ASPECTO -- BACTERIOLOGICO EN EL QUE SERA NECESARIO SU TRATAMIENTO. (CLORACION).

CARACTERISTICAS DE LOS CARCAMOS DE AGUAS FREATICAS
DE LA LINEA UNO.

TIPO DE CARCAMO	CADENAMIENTO (M)	DIST. ENTRE CARC. (M)	VOLUMEN MAX AL C. CUBETA (M ³)
Fln de V.la	16 + 200	1340	11.11
OBSERVATORIO			11.11
Interestación	14 + 860	340	13.12
			11.43
Cabecera de andén	14 + 520	120	49.50
TACUBAYA			
Cabecera de andén	14 + 400	140	45.90
Interestación	14 + 260	1040	50.40
Cabecera de andén	13 + 220	140	59.40
JUANACATLAN			
Cabecera de andén	13 + 080	1000	69.30
Cabecera de andén	12 + 080	120	39.37
CHAPULTEPEC			
Cabecera de andén	11 + 960	520	38.36
Cabecera de andén	11 + 440	120	61.20
SEVILLA			
Cabecera de andén	11 + 320	680	65.10
Cabecera de andén	10 + 640	120	45.57
INSURGENTES			
Cabecera de andén	10 + 520	820	45.57
Cabecera de andén	9 + 700	140	62.93
CUAUHTEMOC			
Cabecera de andén	9 + 560	310	35.80
Interestación	9 + 250	390	61.25
BALDERAS			
Interestación	8 + 860	320	60.90

TIPO DE CARCAMO	CADENAMIENTO (M)	DISTANCIA EN TRE CARC. (M)	VOLUMEN MAX AL C.CUBETA (M ³)
Cabecera de andén	8 + 540	140	41.83
SALTO DEL AGUA			
Cabecera de andén	8 + 400	460	27.96
Cabecera de andén	7 + 940	140	39.06
ISABEL LA CATOLICA			
Cabecera de andén	7 + 800	400	53.08
Cabecera de andén	7 + 400	46	44.55
PINO SUAREZ			
Vía de enlace	7 + 446	166	30.60
Cabecera de andén	7 + 280	540	54.27
Interestación	6 + 740	220	80.60
Cabecera de andén	6 + 520	140	58.65
LA MERCED			
Cabecera de andén	6 + 380	100	45.00
Interestación	6 + 280	620	31.45
Cabecera de andén	5 + 660	140	38.36
CANDELARIA			
Cabecera de andén	5 + 520	260	71.08
Interestación	5 + 260	350	79.87
Interestación	4 + 910	260	16.20
Cabecera de andén	4 + 650	130	19.53
SAN LAZARO			
Cabecera de andén	4 + 520	500	35.80
Cabecera de andén	4 + 020	140	44.10
MÓCTEZUMA			
Cabecera de andén	3 + 880	710	88.00
Cabecera de andén	3 + 170	120	67.39
BALBUENA			
Cabecera de andén	3 + 030	610	67.39

TIPO DE CARCAMO	CADENAMIENTO (M)	DISTANCIA EN TRE CARC. (M)	VOLUMEN MAX AL C.CUBETA (M ³)
Cabecera de andén	2 + 420	120	44.33
AEROPUERTO			
Cabecera de andén	2 + 300	640	33.24
Cabecera de andén	1 + 660	120	35.88
GOMEZ FARIAS			
Cabecera de andén	1 + 540	700	35.88
Interestación	0 + 840	90	34.32
Cabecera de andén	0 + 750	130	35.88
ZARAGOZA			
Cabecera de andén	0 + 620	110	45.54
Espuela	0 + 510	300	99.00
Fln de vía	0 + 210	210	24.88

Tomando como parámetros los rangos de variación anteriores, podemos deducir que solo en la línea 1 se desperdician los siguientes volúmenes de agua diariamente:

$$1 \text{ día} = 24 \text{ horas} = 1440 \text{ min.} = 86400 \text{ seg.}$$

$$A_f = \text{Aforo por segundo en cada cárcamo}$$

$$\text{Desp. } L1 = \text{Desperdicio de aguas freáticas en los 49 cárcamos de línea 1.}$$

$$A_f = 0.6 \text{ lts/seg.}$$

$$\text{Desp. } L1 = (0.6)(49)(86400) = 2,540,160 \text{ lts/día}$$

$$A_f = 1.0 \text{ lts/seg.}$$

$$\text{Desp. } L1 = (1)(49)(86400) = 4,233,600 \text{ lts/día}$$

$$A_f = 3.0 \text{ lts/seg.}$$

$$\text{Desp. } L1 = (3)(49)(86400) = 12,700,800 \text{ lts/día}$$

$$A_f = 5.0 \text{ lts/seg.}$$

$$\text{Desp. } L1 = (5)(49)(86400) = 21,168,000 \text{ lts/día}$$

Concentrando los resultados de los cálculos anteriores y tomando en consideración el promedio de consumo humano de agua por día, que es igual a 150 litros por persona por día

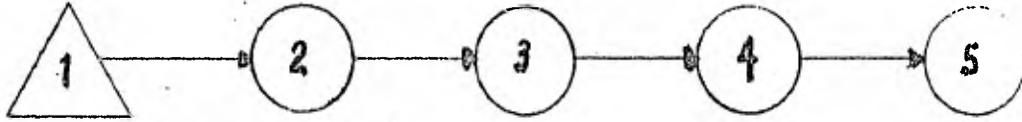
(según dato del Reglamento de Construcciones del D.D.F.), podemos hacer una comparación del volumen de agua que se desperdicia y la cantidad de personas a las que les podría ser útil:

VOLUMEN DE AGUAS FREATICAS POR DIA
SOLO EN LINEA 1

TEMPORADA	VOLUMEN DE AGUA QUE SE DESPERDICIA	PERSONAS QUE PODRIAN UTI- LIZARLA.
Estiaje	de 2,540,160 lts/día a 12,700,800 lts/día	de 16,934 a 84,672
Lluvias	de 4,233,600 lts/día a 21,168,000 lts/día	de 28,224 a 141,120

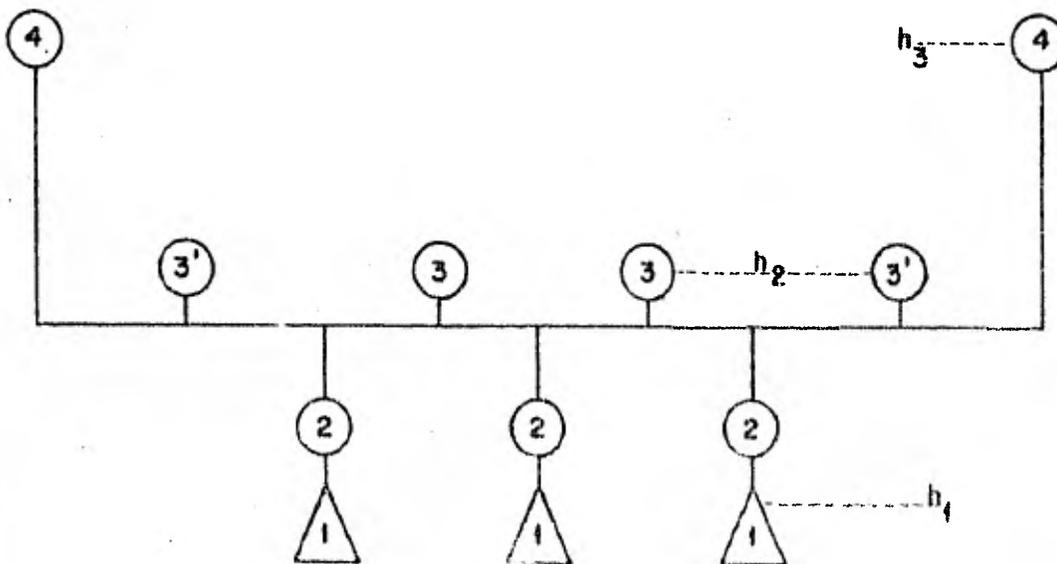
Es importante destacar de la comparación anterior, - que estas aguas freáticas son perfectamente utilizables para - servicios, aunque no puedan beberse. Esto mismo sucede en di- versas ciudades del país, donde las redes de aguas municipales son alimentadas con las llamadas "aguas duras", que contienen en suspensión diversas sales minerales, lo que les da caracte- rísticas muy similares a las aguas freáticas que se manejan en los cárcamos de bombeo del S.T.C..

Para lograr un óptimo aprovechamiento de las aguas - freáticas, se ha pensado en la posibilidad de un proceso del - siguiente tipo:



1. Almacenamiento de aguas freáticas en cárcamos.
2. Bombeo de aguas freáticas.
3. Utilización de las aguas freáticas para el enfriamiento del aire usado en la ventilación de los túneles.
4. Alimentación de la red hidráulica contra incendio.
5. Utilización del agua en servicios.

La idea de alimentar la "red hidráulica contra incendio" sería la siguiente:



DESCRIPCION DE OPERACIONES:

1. Almacenamiento de aguas freáticas en cárcamos.
2. Bombeo de aguas freáticas hacia la línea de conducción, -- que sería la misma red hidráulica contra incendio.
3. Posibilidad de usar las aguas freáticas para sofocar fuegos. Conexión de hidrantes a la "línea de conducción" -- (red hidráulica contra incendio).
- 3' Garantizar en los hidrantes más alejados, las condiciones de gasto y presión necesarias para sofocar un posible incendio.
4. Suministro de las aguas freáticas para diversos usos, como son: aprovechamiento humano, riego de áreas verdes, usos industriales, etc..

Notese que las alturas "h" indicadas en el diagrama son todas diferentes, es decir que " h_1 " corresponde al nivel más profundo (cárcamos), " h_2 " corresponde al nivel del cajón del Metro donde se encuentran los hidrantes, finalmente " h_3 " corresponde al nivel superficial o nivel calle, donde se aprovecharía el agua freática en cualquiera de los diversos usos, antes mencionados.

Como se ilustró en el diagrama anterior, el agua --

freatica podrá tener distintos destinos según el trazo de la línea que se hable y principalmente, el lugar donde más se le necesite.

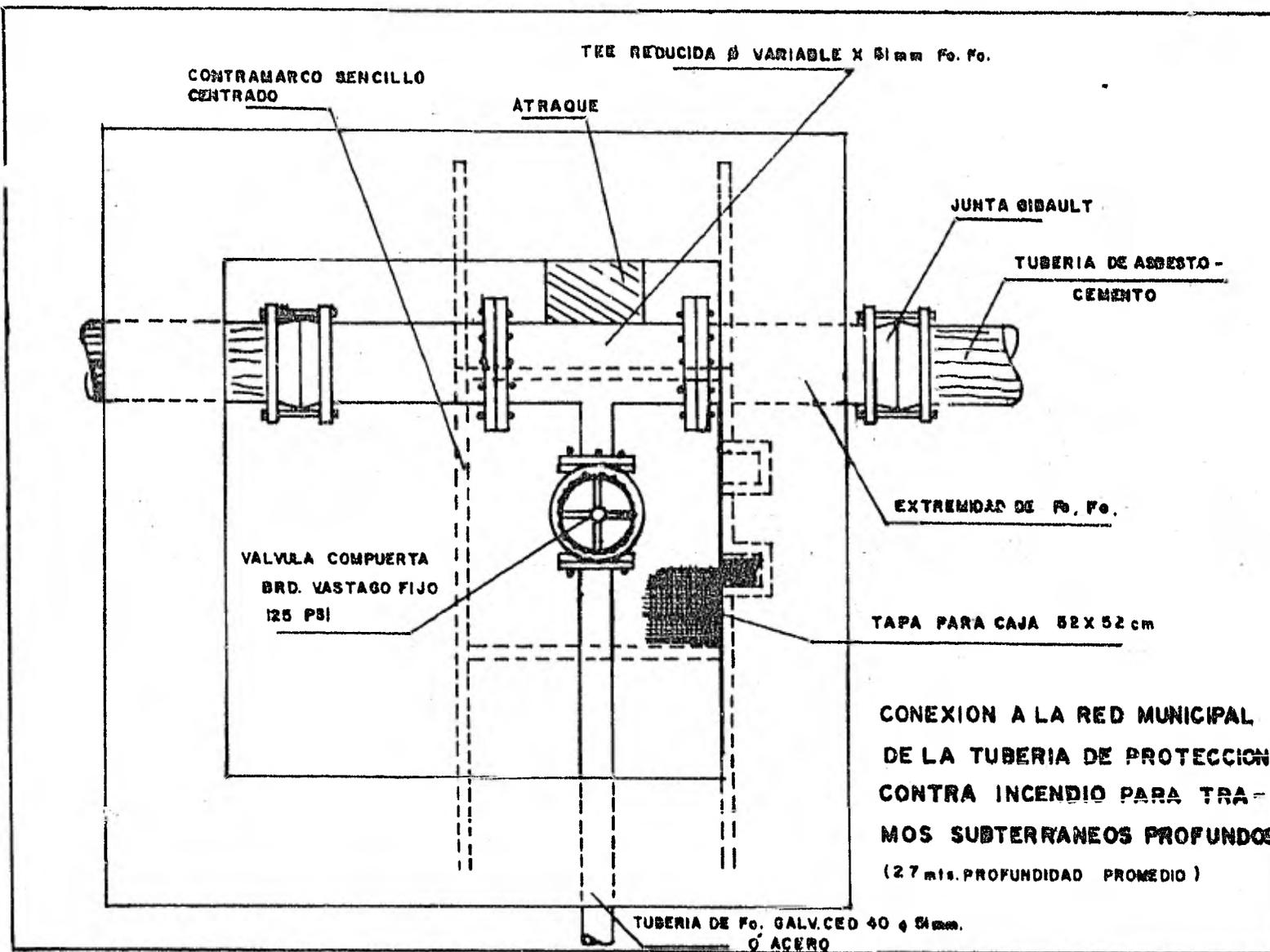
UTILIZACION DE LA RED HIDRAULICA CONTRA INCENDIO COMO TUBERIA- DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE

En esta segunda alternativa los cabezales de la red hidráulica para el combate de incendios podrían ser aprovechados como tubería de conducción de agua potable.

Considerando lo complejo y extenso de la red de tuberias para la conducción de agua potable, la opción aquí pro -- puesta puede cooperar al alivio de la sobrecarga de algunos ramales.

La Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica es la encargada de todo lo referente a construcción y operación de las redes hidráulicas de la ciudad. En su reglamentación se encuentra la prohibición de conectar estos dos -- tipos de servicios. Pensamos que es posible que se llegue a un acuerdo entre la D.G.C.O.H. y el S.T.C., ya que ambos organismos tienen íntima relación con el Departamento del Distrito Federal y de lograrse esto, se obtendrían indudables ventajas para el mejor aprovechamiento de recursos que repercutiría en un mejor servicio a la colectividad.

La manera en que se deberán llevar a cabo estas conexiones se ilustran a continuación:



7.- ESPECIFICACIONES GENERALES QUE CUMPLAN CON
LOS REGLAMENTOS DEL D.D.F. Y LA A.M.I.S.

Para la elaboración de este trabajo fué necesario --- realizar un profundo análisis de los reglamentos que debe cumplir cualquier sistema de protección contra incendio, por lo que se estudiaron las Normas de la National Fire Protection -- Association (N.F.P.A.), el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y el Reglamento de la Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros (A.M.I.S.).

Se vió que la N.F.P.A., es una asociación que cuenta con reconocimiento mundial en lo referente a normas para protección contra incendio y que tanto el Reglamento de Construcciones del D. F., así como el Reglamento A.M.I.S., basan sus postulados al respecto en las Normas de la N.F.P.A., de lo que resulta que sus contenidos sean muy similares, salvo algunas diferencias que se mencionan a continuación:

El Reglamento de Construcciones del D. F. hace sus -- requerimientos para edificios de "X" metros de altura, en cambio el Reglamento de la A.M.I.S., los hace para cualquier clase de riesgo cubierto de la intemperie. Es necesario señalar -- que ninguno de los dos reglamentos menciona específicamente a instalaciones tipo "Metro", a pesar de lo cual el proyecto que se propone en este trabajo (Cap. 5), se ha enfocado para cum--

plir con ambos, persiguiendo con esto una doble intención:

1.- Al cumplir con el Reglamento de Construcciones del D. F., se pretende facilitar la obtención de las licencias para el desarrollo de las obras.

2.- Al cumplir con el Reglamento de la A.M.I.S., se pretende conseguir importantes descuentos en las costosas primas de seguros que se pagan actualmente, como resultado de tener un riesgo mejor protegido.

RESERVA DE AGUA

En lo referente a la reserva de agua para alimentar al Sistema de Protección Contra Incendios, el Reglamento de Construcciones del D. F., señala lo siguiente:

- Será necesario contar con tanques o cisternas para almacenar agua en proporción de 5 litros por metro cuadrado construido.

Esta disposición no es aplicable para el caso del Metro, ya que a fines de 1982, se contará con 7 líneas en operación (según proyecto), lo que implica 111 kms., de red, las cuales tienen un ancho aproximado de 7 mts., haciendo un total aproximado de 777,000 metros cuadrados construidos.

De ser así, se necesitarían tanques o cisternas capaces de alojar un volumen tan exageradamente grande como:

$$(777,000 \times 5) = 3,885,000 \text{ litros.}$$

los cuales no tendrían ninguna utilidad y representarían grandes inversiones muertas.

Al respecto el Reglamento de la A.M.I.S., señala lo siguiente:

- Cada hidrante (chico) deberá tener una descarga mínima de 140 lts/min. La reserva de agua requerida será la suficiente para que 2 hidrantes puedan simultáneamente descargar durante 2 horas.

Esto implica una reserva igual a:

$$2 \text{ hid.} \times 140 \text{ lts/min/hid.} \times 120 \text{ min.} = 33,600 \text{ lts.}$$

El volumen que implica esta última especificación sería fácilmente alcanzable con la utilización de las aguas frecticas, o bien con la conexión a la red municipal de agua potable.

PRUEBA DE LOS EQUIPOS DE BOMBEO

El Reglamento de Construcciones del D. F. pide que este tipo de pruebas se realicen semanalmente. En cambio el Reglamento de la A.M.I.S., pide que se haga mensualmente (ver capítulo 5).

Consideramos que una prueba mensual de los equipos de bombeo es suficiente para asegurar su correcto funcionamiento, ya que estos equipos no presentan una alta incidencia de fallas.

GASES HALOGENADOS Y BIOXIDO DE CARBONO

El Reglamento de la A.M.I.S., no recomienda el uso de sustancias tóxicas como medio de extinción de incendios.

El gas halón (compuesto de flúor, cloro, yodo y bromo) y el bióxido de carbono (CO_2) son los gases más indicados para la extinción de fuegos donde se necesita no dejar rastro del agente extintor.

En su aplicación provocan el desplazamiento del oxígeno, por tener una mayor densidad y mayor peso específico, logrando así sofocar el fuego y posteriormente disiparse en la atmósfera.

Dentro del S.T.C., se cuenta con dispositivos electrónicos muy sofisticados y por tanto costosos, para los cuales - en caso de incendio se debe procurar el menor daño posible. - Esta es la razón por la que en Tableros de Control Optico de trenes (T.C.O.), computadoras, armarios de circuitos, etc., se ha sugerido extinguidores de este tipo, que se aplican localmente dentro del gabinete.

Tomando en consideración lo argumentado en este capítulo, así como lo tratado en los capítulos 5 y 6, se tienen -- las bases suficientes para lograr la Normalización de los Sistemas contra Incendio para las instalaciones del Sistema de -- Transporte Colectivo.

Es conveniente que esta Normalización cuente con la - aprobación de todos los organismos involucrados:

- Sistema de Transporte Colectivo.
- Comisión de Estudios sobre Reformas al Reglamento - de Construcciones del Departamento del Distrito Federal.
- Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica del Departamento del Distrito Federal.
- Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros.

Para que en el futuro se logre un mejor aprovechamiento de recursos, entrelazando las funciones de distintos organismos gubernamentales en beneficio de la sociedad.

8.- CONCLUSIONES

- Se identificaron los riesgos potenciales inherentes a la --
operación del Metro de la Ciudad de México. (capítulo 4).
- Se propuso un Sistema de Protección Contra Incendio para --
salvaguardar la vida de los usuarios y que evite grandes --
daños a los equipos e instalaciones (capítulo 5).
- Se propusieron nuevas formas de alimentación para los sistemas
hidráulicos contra incendio, en los que se logra un me-
jor aprovechamiento de los recursos acuíferos (capítulo 6).
- Se propuso la normalización de los sistemas hidráulicos contra
incendio, para las líneas actuales y futuras (capítulo-
7).
- El sistema de protección contra incendio, está destinado a-
proteger muchas vidas, además de costosos equipos e instalaciones. Al implementarse, se conseguirán importantes des-
cuentos en las costosas primas de seguros que paga el S.T.C.
actualmente, por lo que a largo plazo estos mismos descuen-
tos amortizarán el costo de las obras. Consideramos, por -
lo tanto, que su instalación queda más que justificada.

9.- BIBLIOGRAFIA

- *National Fire Codes.*
National Fire Protection Association.
Vol. 6 - Sprinklers, Fire Pumps and Water Tanks
Vol. 7 - Alarm and Special Extinguishing Systems
Vol. 8 - Portable and Manual Fire Control Equipment.

- *Tecnología de Incendios.*
Asociación Mexicana de Higiene y Seguridad A.C.

- *Verificación para Encontrar Riesgos de Incendios.*
Asociación Mexicana de Higiene y Seguridad A.C.

- *Manual del Ingeriero Mecánico de Marks.*
Baumeister y Marks.
UTEHA

- *Enciclopedia de Tecnología Química*
Tomo 1
Kirk - Othmer
UTEHA

- *Nuevo Reglamento de Construcciones*
Libros Economicos.

- *Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros.*

Ramo de Incendio

Reglamentos y Tarifa.