TEMA DE ARQUITECTURA:

"PROTECCION CONTRA EL FUEGO DE EDIFICIOS DE ALTURA. ZONA VERTICAL DE SEGURIDAD"

ALUMNO: GUILLERMO VILLARROEL CASTILLO.
PROFESOR GUIA: EDUARDO CRUZAT F.

ESCUELA DE ARQUITECTURA
FACULTAD DE ARQUITECTURA.
UNIVERSIDAD DE VALPARAISO

1 9 8 6

FACULTAD DE ARQUITECTURA - ESCUELA de ARQUITECTURA
9-1-87.-

5
ARQ
V 722p
1986
c2

I N D I C E

- INTRODUCCION 4
- OBJETIVOS Y METODOLOGIA.....15
- LEGISLACION ACTUAL.....16

I CAPITULO: EL FUEGO.....28
I.1.- DEFINICION Y GENERALIDADES.....28
I.2.- FENOMENOLOGIA.....35
I.3.- FORMAS DE TRANSMISION DEL CALOR.....37
I.3.1. CONDUCCION.....38
I.3.2. CONVECCION.....40
I.3.3. RADIACION.....41
I.4.- CAUSALES DE LOS SINIESTROS.....42
I.5.- CLASIFICACION DE LOS FUEGOS.....44
I.6.- EXTINCION DEL FUEGO.....46
I.7.- HUMOS Y GASES.....56

II CAPITULO: COMPORTAMIENTO HUMANO Y EVACUACION.....63
II.1.- CLASIFICACION DE LOS PELIGROS Y REACCIONES HUMANAS.....63
II.2.- PROCESO DE ENFRENTAMIENTO DEL PUBLICO A UN PELIGRO.....65
II.3.- EVACUACION.....66
II.3.1. SISTEMA DE EVACUACION PARA EDIFICIOS DE ALTURA.....68

III CAPITULO: ESTUDIO DE CASOS.....74
III.1.- INCENDIO DE LA TORRE SANTA MARIA.....75
III.2.- INCENDIO DEL EDIFICIO JOELMA-SAO PAULO...80
III.3.- INCENDIO DE LA EMBAJADA DE CHILE EN CARACAS.....83
III.4.- INCENDIO DEL HOTEL DE LA METRO GOLDWYN MAYER, EN LAS VEGAS.....90
III.5.- CONJUNTO HABITACIONAL QUINTA CLAUDE, VIÑA DEL MAR.....92

IV CAPITULO: PRINCIPIOS DE LA PROTECCION.....97
IV.A.- FACTOR EQUIPAMIENTO.....97
A.1. DETECCION Y ALARMA.....97
A.1.1. ESQUEMA DE UNA INSTALACION.....98

A.1.2. TIPOS DE DETECTORES.....99
A.1.2.1. DETECTORES TERMOVELOCIMETRICOS.....100
A.1.2.2. DETECTORES TERMOSTATICOS.....100
A.1.2.3. DETECTORES DE HUMO.....101
A.1.2.4. DETECTORES DE LLAMAS.....101
A.1.2.5. DETECTORES LASER.....102
A.1.3. CENTRAL DE ALARMA.....102
A.2. ILUMINACION DE SEGURIDAD.....103
A.2.1. CATEGORIAS DE ILUMINACION.....104
A.2.2. FUENTES DE ENERGIA.....107
A.2.2.1 LOS GRUPOS ELECTROGENOS.....109
A.3. RED SECA.....111
A.4. RED HUMEDA.....116
A.5. RED INERTE.....117
A.6. EXTINCION AUTOMATICA POR AGUA.....118
IV.B.- FACTOR ARQUITECTONICO-CONSTRUCTIVO.....121
B.1. EMPLAZAMIENTO E INTERACCION ENTRE EDIFICIOS...122
B.2. COMPARTIMENTALIZACION.....125
B.3. CARGA COMBUSTIBLE.....127
B.4. RESISTENCIA AL FUEGO.....130
B.5. DESTINO DEL PROYECTO.....135
B.6. PUERTAS CORTAFUEGO.....137
B.7. ZONA VERTICAL DE SEGURIDAD.....141
7.1. UBICACION.....145
7.2. RELACIONES HORIZONTALES.....150
7.2.1. METODO DE CALCULO DE VIAS HORIZONTALES DE EVACUACION, SEGUN LA ORDENANZA ESPAÑOLA.....152
7.3. DISEÑO.....156
7.3.1. ALGUNOS EJEMPLOS DE VIAS DE SEGURIDAD.162
7.3.2. SISTEMA DE EVACUACION DE EMERGENCIA...165
7.3.3. METODO DE CALCULO PARA ANCHOS DE VIAS VERTICALES DE SEGURIDAD SEGUN LA ORDENANZA ESPAÑOLA.....168
7.4. RAMPAS.....170
-CONCLUSIONES.....171
-PROPOSICIONES A LA LEGISLACION.....175

INTRODUCCION

El presente seminario tiene por finalidad el estudio de la protección de edificios de altura contra elfuego, poniendo énfasis en los sistemas destinados a asegurar la integridad de las personas. Considero esto último como algo propio del quehacer del arquitecto, tanto como la estabilidad estructural del edificio, nuestra preocupación la constituye el habitante y su seguridad. Bajo esta perspectiva se abordará el estudio.

Los incendios son catástrofes que han acompañado al hombre durante toda su historia, algunos han sido ocasionados en forma espóntanea, otros por catástrofes, tormentas o terremotos, pero la mayoría han sido y son causados por descuidos o imprudencias del hombre. No fue sino hasta principios del siglo XX cuando se empezaron a idear métodos para combatir el fuego, antes de ésto los incendios comúnmente tomaban proporciones desastrosas; arrasaban ciudades enteras y no se detenían sino hasta consumir todo lo combustible. Varias de estas catástrofes han pasado a la historia como tragedias que la humanidad recuerda:

-ROMA, 64 DC. Fue ordenado por Nerón con el propósito de remodelar la ciudad. Fue arrasada durante ocho días.

-LONDRES, 1666. Comenzó como el simple incendio de una panadería. Tardó cuatro días en ser sofocado, ocasionó muchas muertes, además de cuantiosas pérdidas materiales.

-MOSCU, 1812. Fue incendiado por sus propios habitantes a raîz de la captura de la ciudad por los éjercitos de Napoleón. Al cabo de cinco dîas, la ciudad quedó convertida en ruinas.

-CONSTANTINOPLA, 1729. Causó alrededor de 7.000 víctimas fatales.

-YOKOHAMA, Japón 1866. Destruyó las dos terceras partes de la ciudad.

-PARIS, 1871. Fue causado durante los motines que siguieron a la guerra Franco-Prusiana.

-CHICAGO, 1871. Causó 250 muertos y 100.000 personas quedaron sin hogar.

-SAN FRANCISCO, California 1906. Un gran terremoto causó la rotura y posterior inflamación de las tuberîas de gas. Esto provocó varios focos de incendio. Fue imposible combatirlo por haberse roto también las tuberîas de agua. Duró tres dîas y causó daños materiales por 350 millones de dólares de la época.

-TOKIO, 1923. Fue causado por un terremoto. Hubo 70.000 muertos y cerca de 1 millón de damnificados.

-MANIZALES, 1925. Arrasó 42 manzanas (2.000 viviendas).

-COREA, 1953. Destruyó 20.000 viviendas.

-TUMACO, Colombia, 1955. Destruyó el 50% de la ciudad.
-CALI, Colombia, 1956. Destruyó 2.000 viviendas.

-MASSACHUSETTS, 1973. Destruyó 300 edificios.

"También viene a nuestra memoria el histórico "Incendio de la Compañía", que impulsó la creación del Cuerpo de Bomberos en Chile. El de Valparaíso fue creado luego del incendio provocado por el terremoto de 1906. También recordamos en el Puerto el incendio de la barraca SCHULZE y la explosión del polvorín de Vialidad en el año nuevo de 1951, el incendio de 200 casas de la poblacion Gómez Carreño en 1972, el del Frigorífico de Valparaíso y tantos otros."*1

A pesar del avance tecnológico y de las providencias adoptadas en la mayoría de los países para evitar y combatir los incendios, estos siguen siendo relativamente frecuentes y la seguridad de los habitantes de nuestras ciudades no parece haber aumentado. Al contrario, desde la aparición de la nueva modalidad de habitar en altura esta parece haber disminuido. En la antigüedad la evacuación de las edificaciones era mucho más rápida y directa, ya que se vivía más cerca del suelo. Desde la aparición de los edificios en altura el problema se complicó, ya que entre el habitante de un piso alto y el suelo media una mayor distancia vertical y por consiguiente una mayor tiempo de evacuación. Esta es salvada cotidianamente por el ascensor; elemento mecánico sin el cual la edificación en altura resulta inconcebible. Las escaleras por el gran esfuerzo muscular que exige su utilización pasan a ser vías secundarias de relación vertical, eficaces sólo cuando relacionan distancias cortas. Esto implica que si las circulaciones verticales por alguna razón son inutilizadas, el habitante queda aislado y con pocas posibilidades de escapar.

---

*1, E.Cruzat, "La prevención de incendios en edificios"

"Desde tiempos remotos el hombre ha querido edificar más y más alto. La Biblia habla de la Torre de Babel, cuya altura debía asegurar a los constructores contra un nuevo Diluvio Universal"*2 Los egipcios construyeron las inmensas pirámides, que junto con servir de sepultura y protección para sus faraones, satisfacían las necesidades expresivas propias de toda civilización Durante la edad media los arquitectos descubrieron el arco ojival y los arbotantes, elementos que les permitieron construir las inmensas catedrales góticas. Durante mucho tiempo estos fueron los edificios más altos que podían construirse. Gracias a la invención de la estructura de acero y del ascensor mecánico ., en la segunda mitad del siglo pasado, comenzó la era de los edificios de altura. Todo esto fue además impulsado por el crecimiento de las ciudades de Europa y América y el alto precio en los centros de mayor densidad de población. "Generalmente se reconoce como el primer rascacielos en los E.U.A. el edificio de la Home Insurance en Chicago, diseñado por W.L.B. Jenney en 1883 y el primer incendio de altura ocurrió en Nueva York en 1898, en un edificio de catorce pisos."*3

En Chile la construcción de edificios de altura comienza muy posteriormente en la segunda mitad de este siglo. Este lapso relativamente corto de tiempo es sin duda el causante del poco desarrollo observado en lo referente a la seguridad y especialmente en aquella que se refiere a los incendios.

---

*2,*3, Enciclopedia Británica.

La experiencia nos dice que los chilenos no somos previsores y esto queda cada cierto tiempo demostrado trágicamente. Siempre esperamos la desgracia para tomar medidas previsoras. Casi siempre las modificaciones de la Ordenanza General de Construcciones y Urbanización han sido motivadas por la evaluación de catástrofes. Tal es el caso de las nuevas disposiciones que rigen la protección contra incendios. Estas son posteriores al incendio de la Torre Santa María en 1981. La anterior fue consecuencia del terremoto de 1939.

Las disposiciones de la Ordenanza General de Construcciones referentes a la implementación de edificios y diseño de las zonas verticales de seguridad, son en algunos aspectos insuficientes, dejando el diseño de las vías a la libre interpretación de arquitectos y fiscalizadores, lo que sin duda ocasiona abusos y omisiones potencialmente peligrosas para la vida humana. Generalmente un propietario poco enterado del tema o con una mentalidad economicista, tratará de rebajar costos en aquellas partes que no son fundamentales para el funcionamiento cotidiano y que sólo están para la eventualidad, limitándose a cumplir con las exigencias mínimas, las que no garantizan la seguridad de una edificación.

Sobre los siete pisos donde las escalas de bomberos generalmente no alcanzan (sólo las telescópicas alcanzan ± 30 metros), la zona vertical de seguridad se constituye en

la única vía de escape y protección ante un siniestro que se produzca en algún piso inferior. Ante esta eventualidad la caja de escaleras normal (única vía de escape existente en los edificios anteriores a la modificación de la Ordenanza) quedaría inutilizada por la invasión de humos, gases tóxicos, llamas y calor. Al huir por esta vía, la gente estaría expuesta a morir o sufrir algún tipo de lesión. Si lograran alcanzar la terraza difícilmente podría ser evacuada por helicópteros, debido a que las corrientes ascendentes de gases y aire caliente dificultan sus maniobras o sencillamente por la imposibilidad de estos para aterrizar en terrazas no pensadas para ello (diseño o resistencia inadecuada, invasión de antenas, etc...). Los ascensores pueden ser una trampa mortal, razón por la cual suelen detenerse automáticamente en un incendio. Una norma primaria de seguridad en un siniestro señala que jamás debe tomarse un ascensor ya que se corre el riesgo de quedar atrapado en ellos o que si responden, por sensores térmicos, éste lo lleve al piso del fuego dejándolo atrapado ahí (esto sucedió con tres voluntarios fallecidos en el incendio de la Torre Santa María).

La zona vertical de seguridad debería ser el lugar seguro que posibilitara la evacuación o permanencia segura de las personas. Para ello la norma señala ciertas condiciones que debe cumplir: -una resistencia al fuego de 2 horas mínimo en los muros que están en contacto con el edificio y de 30 minutos para las puertas, las que deben tener cierre automático. Se

señalan distintos tipos de ubicación de esta zona y su relación con el exterior, pero nos dice muy poco sobre la relación con las vías horizontales de distribución (sólo accesibilidad y una distancia máxima de 38 metros con respecto a la puerta de acceso al último departamento).

Un aspecto importante para el diseño de los sistemas de seguridad en un edificio lo constituyen las reacciones humanas frente al peligro. Estas dependen de cuatro factores principales; la auto-protección, la magnitud relativa del riesgo, la emotividad y el entrenamiento. Esto último resulta de gran importancia ya que no basta con una adecuada implementación además es necesaria una actitud personal por evitar el riesgo, actitud que puede ser educada por un entrenamiento serio y periódico, el que debería ser obligatorio. Ante la inminencia de un riesgo la gente tiende a reaccionar instintivamente por lo que las instrucciones escritas son poco prácticas, siendo preferible símbolos gráficos o signos que apelen al instinto.

La protección consiste en interponer una barrera entre la persona afectada y la fuente del riesgo. Este sería el objetivo de la zona vertical de seguridad. Mientras mayor sea la distancia entre la fuente de riesgo y la persona afectada, menor será el peligro. Esta distancia está dada por la posibilidad de alejamiento y por la barrera retardadora del fuego.

Sobre la circulación vertical, la ordenanza aconseja,

una escalera como el medio más eficaz de evacuación. Sobre su diseño no nos dice nada, quedando sujeta a las normativas para las escaleras normales, sobre las cuales también se plantean ciertas interrogantes, tales como aumentos de la sección que no están en relación al módulo de paso, alcances del concepto de incombustibilidad, etc... Por lo demás habría que establecer si los requerimientos de estas vías durante la emergencia son los mismos que en un caso normal.

También habría que considerar las edificaciones existentes y sobre todo aquellas que fueron construídas antes de la vigencia de las actuales disposiciones y que no están diseñadas para evitar desgracias en un siniestro. Existen edificios que son verdaderas trampas mortales para los usuarios, los que en caso de suceder un incendio tendrían pocas posibilidades de sobrevivir.

Para medir la seguridad relativa de un edificio hay que pesar tres factores: -los arquitectónico -constructivos, los de equipamiento y el uso. En el primer factor se consideran el emplazamiento urbano, relaciones entre edificios, apoyo de la infraestructura urbana (redes de agua), destino, carga combustible, compartimentalización y elementos de protección humana (vías de escape verticales y horizontales). El factor equipamiento se refiere a sistemas que se superponen al edificio: sistema de alarma y detección, red húmeda, red seca, red inerte, rociadores, escalas portátiles, etc.... El tercer factor es qui-

zás el más importante: el uso. No existe ninguna edificación segura sino es usada adecuadamente.

- Una seguridad alta implicaría la presencia del factor arquitectónico - constructivo y del equipamiento.

- Una seguridad media alta implicaría la presencia del factor arquitectónico - constructivo.

- Una seguridad media-baja implicaría la existencia sólo del último factor.

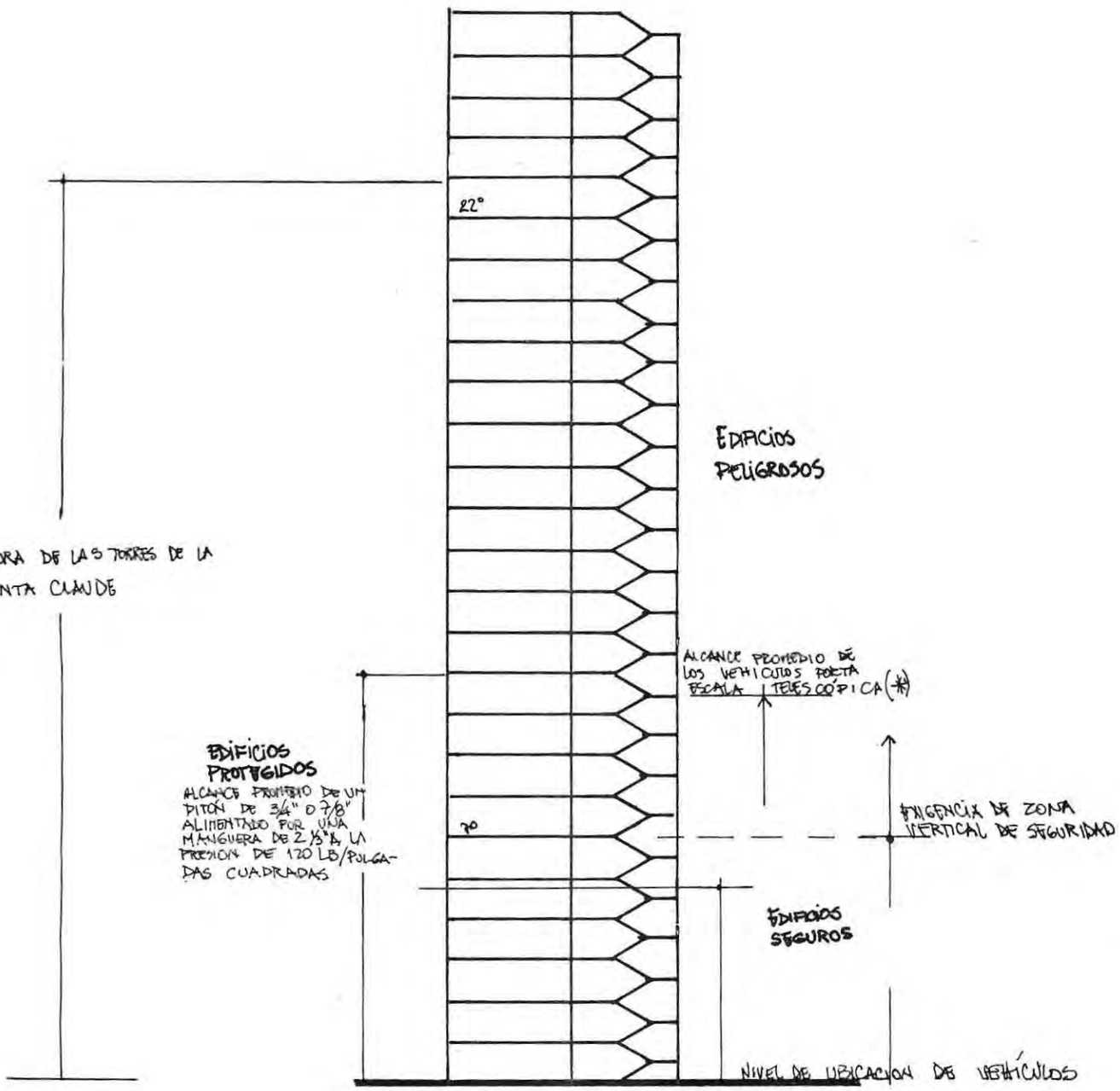
De lo anterior se deduce que lo más importante para la seguridad de una edificación en altura consiste en pensar el edificio para el incendio o sea, considerar en su diseño y construcción la posibilidad de un incendio (además sale más barato que modificarlo posteriormente).

En los edificios ya construidos sin la aplicación de la Ordenanza sería posible adecuarlos y dotarlos del factor equipamiento. La adecuación sería mejor si su diseño permitiese la adición de una vía vertical de seguridad, de escaleras exteriores o efectuar una compartimentalización del edificio para tratar de confinar el fuego a su lugar de origen, retardando o evitando su propagación. Sobre esto la legislación no dice nada, autorizando incluso la ampliación de edificios en ciertos porcentajes (...modificaciones que en total no signifiquen un aumento de más del 50% en el número de ocupantes previstos para dicho edificio". Artículo 2º),sin exigir sistemas adicionales de seguridad.

"Los incendios han sido llamados como "la catastrofe de gota a gota", ya que pese a ocurrir a diario, afectan generalmente sólo núcleos pequeños por lo que no provocan conmoción, pero sumando sus efectos provocan grandes pérdidas humanas y materiales."*4

---

*4,A. Saleh M. "Protección contra incendios"



clasificación de los edificios de altura, según Bomberos.

* LA ESCALA TELESCOPICA DEL CUERPO DE BOMBEROS DE VALPARAISO TIENE 40 METROS (LA INCLINACIÓN IMPLICA PERDIDA DE ALCANCE)

O B J E T I V O S

-Deducir y formular una serie de normativas destinadas a los arquitectos y profesionales de la construcción en general, sobre el diseño anti-fuego y especialmente sobre las características de la zona vertical de seguridad y de las vías de evacuación.

-Hacer notar los vacíos o errores de la actual Ordenanza, en lo relativo al problema de incendios en edificios de altura, proponiendo posibilidades de solución.

-Proposiciones para mejorar la seguridad de edificaciones existentes.

M E T O D O L O G I A

-Una visión crítica de incendios ocurridos, que por su trascendencia han quedado en el recuerdo como trágicas lecciones.

-Contrastación de la Ordenanza chilena con las de otros países más avanzados en el tema.

-Entrevistas con Bomberos y profesionales relacionados con el tema.

-Investigación en bibliografía nacional y extranjera.

-Asisistencia a charlas y seminarios.

-Análisis técnico de edificios existentes en la región.

LEGISLACION VIGENTE

ORDENANZA GENERAL DE CONSTRUCCIONES
Y URBANIZACION.

CapítuloVIII
DE LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD
CONTRA INCENDIO(75)(76)

ARTICULO 92: Todo edificio deberá cumplir con las normas mínimas de seguridad contra incendio contenidas en el presente Capítulo, como asimismo, con las disposiciones sobre la materia contenidas en la presente Ordenanza, de acuerdo con el destino específico de cada edificio.

Las disposiciones contenidas en el presente Capítulo persiguen como objetivo fundamental, que el diseño de los edificios asegure que se cumplan las siguientes condiciones:

1. Que se reduzca al mínimo, en cada edificio, el riesgo de incendio;
2. Que se evite la propagación del fuego, tanto al resto del edificio como desde un edificio a otro;
3. Que se facilite el salvamento de los ocupantes de los edificios en caso de incendio, y
4. Que se facilite la extinción de los incendios.

ARTICULO 93: Para los efectos de la presente Ordenanza, son construcciones contra incendio aquellas construidas con materiales y elementos componentes, estructurales o no, que cumplan con los requisitos mínimos de resistencia al fuego, de acuerdo con lo establecido en los artículos siguientes.

ARTICULO 94: Los edificios cuyo destino y condiciones se indican en la tabla siguiente, deberán proyectarse y construirse con resistencia al fuego equivalente a grado 1 o' 2.

DESTINO	CONDICIONES
Habitación	Edificios de 5 o más pisos.
Educación, salud y rehabilitación	Edificios de 3 o más pisos.
Reuniones, espectáculos y exhibiciones	Capacidad para 300 personas o más, o más de 300 m^2 construidos.
Oficinas y Comercio	Edificios de 2 o más pisos, con más de 500 m^2 construidos.
Industria	Edificios de 2 o más pisos.

ARTICULO 95: El grado de resistencia al fuego de los edificios se medirá en horas de resistencia al fuego de los materiales y elementos que se empleen en la construcción de las diferentes partes del edificio, conforme a la siguiente ta-

bla.

Para determinar la resistencia al fuego de los materiales y elementos a que se refiere el inciso anterior como asimismo cuando cualquier otro precepto exija que se asegure una determinada resistencia al fuego, se estará a lo dispuesto en las normas técnicas oficiales y se exigirá que su cumplimiento se acredite con certificado de ensaye de materiales extendido por alguna institución oficial de control técnico de calidad de materiales.

ARTICULO 96: Todo edificio de 7 o' más pisos deberá tener, a lo menos, una "zona vertical de seguridad" que, desde el nivel superior contra los efectos del fuego, humos y gases y evacuar masiva y rápidamente el inmueble.

Sin perjuicio de los requisitos específicos que establezcan las normas técnicas oficiales correspondientes, serán exigibles para las zonas de seguridad de dichos edificios, las siguientes normas generales:

a) La distancia máxima desde la puerta de acceso de un departamento u oficina, hasta el ingreso a una zona vertical de seguridad, será de 38 m.;

b) El diseño, construcción y terminaciones de las zonas verticales de seguridad y su continuidad hasta el egreso al exterior, a nivel de la calle, deben garantizar una resistencia al fuego de a lo menos 2 horas; y

c) Las zonas verticales de seguridad deben estar dotadas de sistemas de iluminación y de ventilación, que permitan a los usuarios desplazarse y evacuar el edificio, sin peligro de verse afectados por los humos y gases generados por el incendio, aún cuando el suministro normal de energía eléctrica sea interrumpido.

Grado de resistencia.	Muros soportantes, incluso los de cajas de escaleras y divisorios de departamentos.	Muros no soportantes y tabiques (*)	Entre pisos	Elementos de techumbre.	Muros cortafuego
1	3,00	1,00	2,00	1,00	3,00
2	2,50	0,50	2,00	0,50	3,00
3	2,00	0,25	1,00	0,50	3,00
4	0,50	0,25	0,50	0,25	3,00

(*) suprimida de la tabla por D. 153 del 21-9-84

ARTICULO 97: En todo edificio de 7 o más pisos, se deberán instalar detectores automáticos y un sistema de alarma que permita alertar simultáneamente a todos los usuarios en caso de incendio.

ARTICULO 98: Los edificios dispondrán de instalaciones especiales de agua según se especifica a continuación:

a) Red seca: todo edificio de siete o más pisos deberá contar con la instalación de una red metálica independiente para agua, con válvula de retención, de uso exclusivo del Cuerpo de Bomberos, de fácil acceso en la boca de la entrada, para conexión de los carros bomba. Las características técnicas de esta red serán las especificadas en el manual de normas técnicas para la realización de las instalaciones de agua potable y alcantarillado, aprobado por D.S. 70 (M.O.P.), de 1981, y sus modificaciones o complementaciones.

b) Llave de agua contra incendio: en todo edificio deberá instalarse, por cada unidad de vivienda, oficina, departamento o local comercial, una llave con hilo exterior conectada al sistema de agua potable, que quede situada a una distancia no mayor de 20 m. de cualquier punto de la unidad respectiva, en la cual deberá quedar instalada una manguera que servirá solamente para combatir principios de incendio. No será exigible el cumplimiento de esta obligación únicamente cuando el edificio disponga de red húmeda de las características previstas en el manual de normas técnicas para la realización de las instalaciones de agua potable y alcantarillado, aprobado por D.S. 70 (M.O.P.), de 1981, y sus modificaciones o complementaciones.

ARTICULO 99: Todos los efificios de 7 o más pisos, y también los que contengan locales de reuniones con capacidad para 300 personas o más, deberán contar con sistema automático de alumbrado de emergencia, independiente de la red pública, para los efectos de iluminar las vías de escape. Las canalizaciones eléctricas, y/o los aparatos y artefactos empleados en el sistema, deberán disponerse de manera tal que aseguren una resistencia a la acción del fuego durante una hora a lo menos.

Sin perjuicio de lo anterior, en los edificios de 7 o más pisos y los destinados a locales de reunión de persona, de cualquier capacidad, o destinados a omercio o industria se deberá consultar un espacio para instalar los empalmes eléctricos con resistencia mínima de 2 horas a la acción del fuego. En estos recintos se deberá contar con dispositivos que permitan una fácil desconexión del sistema eléctrico cuando sea necesario.

ARTICULO 100: En los edificios de 16 o más pisos se deberá

colocar un sistema de alimentación eléctrica sin tensión, para el uso exclusivo del Cuerpo de Bomberos. El punto de alimentación de este sistema deberá estar ubicado en el piso de acceso, dentro de un nicho situado en la fachada exterior del edificio, diseñado de tal modo que sólo pueda ser manipulado por bomberos.

La red eléctrica sin tensión tendrá a lo menos una salida en cada piso,uubicada en un lugar visible, que diste no más de 40 m. de cualquier punto de dicho piso y con terminal de conexión de acuerdo a lo que sugiera al efecto el Cuerpo de Bomberos.

Las canalizaciones eléctricas de dichos sistemas deberán ser construidas con resistencia mínima de 2 horas a la acción del fuego.

ARTICULO 101: En los locales en que se manipule, expenda o almacene productos inflamables, la Dirección de Obras Municipales, previo al otorgamiento de la patente respectiva, deberá exigir la colocación de dispositivos adecuados contra incendio.

ARTICULO 102: En los edificios que cuenten con sistema central de aire acondicionado, se deberá disponer de detectores de humo en los ductos principales, que actúen desconectando automáticamente el sistema.

Se dispondrá, además, de un tablero de desconexión del sistema central de aire acondicionado ubicado adyacente al tablero general eléctrico y para el uso exclusivo del Cuerpo de Bomberos.

ARTICULO 103: Para los efectos previstos en la presente Ordenanza, se entenderá por muro cortafuego el construido con estabilidad estructural; con resistencia mínima de 3 horas a la acción del fuego; que separe desde el suelo hasta por lo menos 0,50 m. más arriba de la cubierta del techo más alto, dos partes de un mismo edificio o dos edificios adosados.

En los muros cortafuego no podrán establecerse vanos ni empotrarse materiales que rebajen la resistencia mínima al fuego señalada en el inciso anterior.

En conjuntos habitacionales de uno o dos pisos en edificación continua, será necesario disponer de muros cortafuego a lo menos cada 40 m. Además, los muros divisorios hasta la cubierta deberán asegurar una resistencia mínima al fuego de una hora.

En los casos de fachadas con techos saledizos, aleros, u otros elementos de madera, los muros cortafuego que separan propiedades contiguas se prolongarán la lo menos 0,20 m. hacia adelante de dichos elementos.

MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO
DIVISION DE DESARROLLO URBANO

CIRCULAR ORD.Nº 10 /

ANT.: Decreto Supremo Nº55 (V y U) de 1981.

MAT.: Condiciones de seguridad contra incendio en edificios.

SANTIAGO, 3 de Julio de 1981.

DE: JEFE DIVISION DE DESARROLLO URBANO.

A : SEGUN DISTRIBUCION.

1.- Con fecha 30 de Abril de 1981, se publicó en el diario oficial, el decreto supremo Nº55 (V y U), que modificó la Ordenanza General de Construcciones y Urbanización, en lo que respecta a las condiciones de seguridad contra incendio que deben consultar los edificios.

2.- Teniendo presente que el mencionado cuerpo legal entró en vigencia el 30 de Mayo de 1981 y, además, que en el mes transcurrido se han planteado diversas interrogantes sobre la nueva normativa, especialmente, en lo tocante a la zona vertical de seguridad que deben consultar los edificios de 7 o' más pisos, a través de la presente circular se precisan los criterios que deben orientar a las Direcciones de Obras Municipales al otorgar permisos de edificación.

3.- En primer término es preciso señalar claramente la intención que se tuvo en consideración al dictar el Decreto Supremo Nº55, de 1981, que se señala en el artículo 92 de la Ordenanza General de Construcciones y Urbanización y se resume en el cumplimiento de cuatro objetivos fundamentales, a saber:

3.1. Reducir al mínimo en cada edificio el riesgo de incendio;

3.2. Evitar la propagación del fuego al resto del edificio o a otros edificios;

3.3. Facilitar el salvamento de los ocupantes de los edificios; y

3.4. Facilitar la extinción de los incendios.

4.- De los cuatro objetivos básicos precitados, la zona vertical de seguridad está destinada a asegurar que se cumpla el señalado en el punto 3.3, esto es, facilitar el salvamento de los ocupantes de los edificios en caso de incendio. Para alcanzar este propósito, el artículo 96 de la Ordenanza General señala dos características básicas que debe reunir la citada zona vertical de seguridad, a saber

4.1. Permitir a los usuarios protegerse contra los efectos del fuego, humos y gases; y

4.2. Permitir a los usuarios evacuar masiva y rápidamente el inmueble.

5.- Teniendo presente el fin que se persigue a través de la zona vertical de seguridad y las normas generables exigibles por disposición del inciso segundo, letras a), b) y c) del artículo 96, pueden señalarse y resumirse las características técnicas que debe cumplir una zona vertical de seguridad, como sigue:

5.1. Debe pasar a través de todos los pisos del edificio, ser accesible desde todos y cada uno de los pisos y no distar más de 38 metros de la puerta de acceso de los departamentos, oficinas o recintos de cada piso.

5.2. Debe salir a un espacio exterior de dimensiones tales que no entorpezcan la evacuación masiva y rápida del inmueble, espacio que deberá estar a nivel de calle y tener conexión directa con la misma.

5.3. Los elementos que la compongan deben garantizar una resistencia al fuego de a lo menos dos horas y sus puertas deberán ser de cierre automático de resistencia al fuego de a lo menos 30 minutos.

5.4. Debe disponer de alumbrado de emergencia destinado a prestar servicio cuando se interrumpa el suministro normal de energía eléctrica.

5.5. Debe permitir la evacuación rápida, masiva y segura de los ocupantes del edificio. La mejor forma de lograr este objetivo es consultando una escalera en su interior.

5.6. El recinto debe ser cerrado y disponer de sistema de ventilación adecuado, cuyo funcionamiento sea posible aún cuando el suministro normal de la energía eléctrica sea interrumpido.

6.- Teniendo presente lo señalado en el punto 5.5., es dable suponer que se presentarán a la aprobación de las Direcciones de Obras Municipales, proyectos en que la escalera que deba consultar el edificio o una de las escaleras, en su caso, se ubique al interior de la zona vertical de seguridad. En este caso se pueden originar diferentes situaciones que se pasan a analizar y se grafican para una mayor claridad.

6.1. La zona vertical de seguridad se ubica al interior del edificio y su contorno no está en contacto con el exterior (Figuras 1-A y 1-B).
En esta situación debe exigirse el cumplimiento de todas las condiciones descritas en el punto 5 y en los subpuntos 5.1., 5.2., 5.3., 5.4., 5.5., y 5.6.

6.2. La zona vertical de seguridad se ubica al interi-

or del edificio y su contorno está en contacto con el exterior por uno de sus lados. (Fuguras 2-A y 2-B).

En esta situación debe exigirse el cumplimiento de todas las condiciones señaladas en el punto 5 y en los subpuntos 5.1., 5.2., 5.3., 5.4., 5.5., y 5.6., si el lado que está en contacto con el exterior se encuentra cerrado. En caso de proyectarse abierto dicholado, deben también cumplirse las condiciones señaladas en el punto 5 y en sus subpuntos, exceptuando únicamente lo indicado en el subpunto 5.6.

6.3. La zona vertical de seguridad se ubica al interior del edificio y su contorno está en contacto con el exterior por dos de sus lados (Figuras 3-A y 3-B).

En esta situación debe exigirse el cumplimiento de todas las condiciones del punto 5 y sus subpuntos, cuando ambos lados en contacto con el exterior se encuentren cerrados. En el caso que uno o ambos lados en contacto con el exterior se encuentren abiertos, únicamente puede exceptuarse el cumplimiento del punto 5.6.

6.4. La zona vertical de seguridad se ubica al exterior del edificio (Figuras 4-A y 4-B).

En esta situación deben cumplirse todas las condiciones señaladas en el punto 5 y sus subpuntos, exceptuando lo dicho en el punto 5.6.

Cabe aclarar que en los casos 6.2., 6.3., y 6.4., la condición señalada en el punto 5.3., debe cumplirse con respecto al lado o lados que no están en contacto con el exterior.

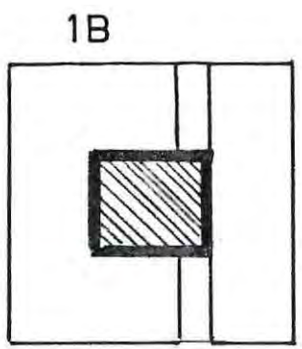
7.- Finalmente cabe señalar que corresponde a las Direcciones de Obras Municipales la aceptación o rechazo de los Permisos de edificación, para cuyo efecto y en lo que respecta a la zona vertical de seguridad, la presente circular orientará su decisión final sobre la materia. Debe tenerse presente que cuando se incorporó la idea de la zona vertical de seguridad a la Ordenanza General, deliberadamente se omitió señalar detallada y taxativamente las características de este tipo de solución, para evitar entrar a dar normas casuísticas de diseño que conllevan un tipo único de solución, limitando la iniciativa del proyectista y la búsqueda de soluciones nuevas que cumplan con los propósitos básicos de la norma.

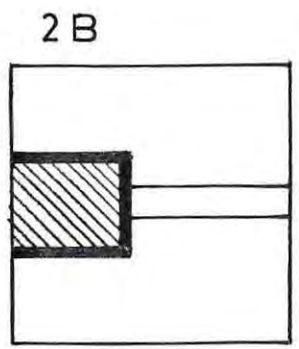
EJEMPLO DE SITUACIONES

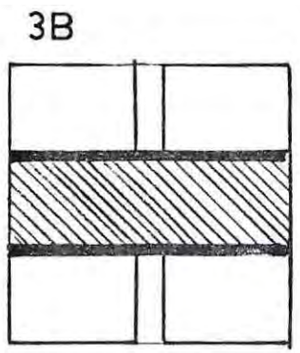
(disposiciones en planta)

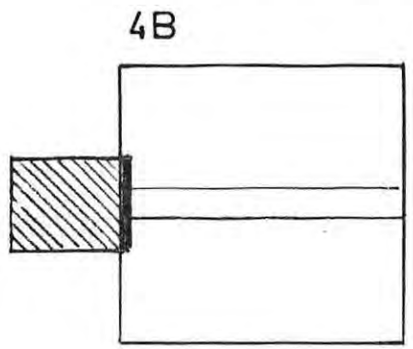
SIMBOLOGIA: lado cerrado, resistente 2 horas al fuego.

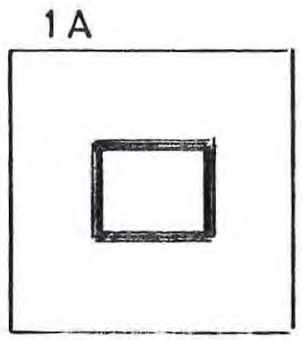
zona vertical de seguridad.

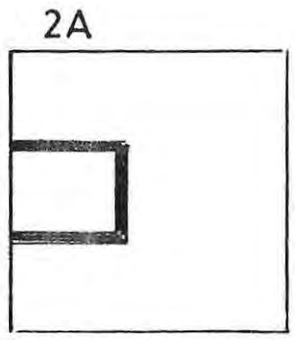


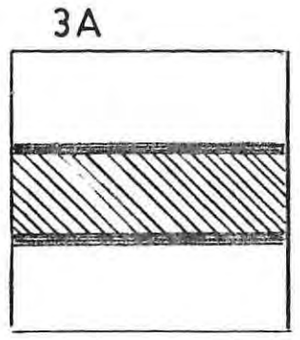


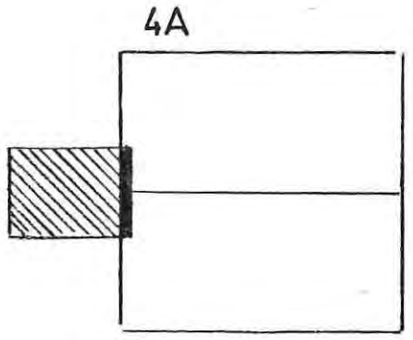












ARTICULO 104: Todo ducto de humo deberá salir verticalmente al exterior y sobrepasar el nivel de cubierta, en el punto de perforación, a lo menos 1.5 m; estos ductos se construirán en toda su altura con materiales cuya resistencia mínima a la acción del fuego sea de 1 hora.

No se permitirá la colocación de vigas o tirantes de madera a una distancia menor de 0,20 m. de la superficie interior de los caños de chimenea o conductos de humo y a menos de 0,60 m de cualquier hogar.

ARTICULO 105: Los hogares de panaderías, fundiciones, etc. no podrán colocarse a una distancia menor de 1 m. de los muros medianeros. El caño de sus chimeneas deberá quedar separado 0,15 m. de los muros en que apoyan o se afirman, y rellenarse el espacio de separación con materiales refractarios.

ARTICULO 106: Delante de las aberturas de las chimeneas y cuando el entramado del suelo sea de un material con resistencia a la acción del fuego inferior a una hora, deberá consultarse un revestimiento de 0,50 m. de ancho mínimo y que sobresalga, a lo menos, 0,30 m. de cada lado de la abertura del hogar, con materiales de resistencia a la acción del fuego superior de una hora.

Los caños de chimeneas de cocinas a carbón y de calderas de calefacción, deberán tener sus paredes de material incombustible de un espesor suficientemente aislador del calor e impermeable a los gases o humo de los hogares.

ARTICULO 107: En los edificios que consulten sistemas de conducción o descarga de basuras, los buzones tolva y conductos deberán ser construidos con materiales de resistencia a la acción del fuego superior a 1 hora. Además, dispondrán de ventilación adecuada en su parte superior, y de una lluvia de agua en la parte alta, que pueda hacerse funcionar en los casos que en un atascamiento de basuras en un ducto se llegara a producir un principio de incendio, y que pueda ponerse en funcionamiento desde un lugar de fácil acceso ubicado en el primer piso.

ARTICULO 108: Los ductos de ventilación ambiental, exceptuados los de aire acondicionado, serán de material con resistencia mínima de una hora a la acción del fuego y no contendrán cañerías ni conducciones de instalaciones de ninguna especie.

ARTICULO 109: Los edificios de 7 o más pisos deberán contar con acceso desde la vía pública hasta la base de dichos edificios, tanto para ambulancias como también para carros bomba y/o de escalas, el que tendrá una resistencia adecuada y un ancho suficiente para permitir el paso expedito de los mismos.

ARTICULO 110: Las industrias deberán mantener siempre una distancia igual o mayor de 3 m., respecto de los muros medianeros, tanto laterales como posteriores.

ARTICULO 111: Todos los edificios que tengan 5 o más pisos deberán cumplir con las condiciones mínimas señaladas en el artículo 199 para losas de entrepisos, techumbres, pasillos, escaleras y salidas, salvo que la presente Ordenanza contemple normas sobre estas materias de acuerdo al destino específico de los edificios, en cuyo caso se aplicarán estas últimas.

ARTICULO 112: Los empalmes de gas corriente o gas natural y los estanques para almacenamiento de gas licuado, se proyectarán de manera tal que en caso de incendio no impidan la evacuación del edificio y cuenten con dispositivos de fácil acceso para que los bomberos corten el suministro de gas.

---

(75) Capítulo reemplazado en la forma que aparece en el texto, por disposición del Nº3 del artículo 1º del D.S.55 MINVU-"D.O." 30-4-81.

(76) Las disposiciones de este Capítulo no son aplicables a los casos que se señalan en el artículo 2º del D.S. 55, MINVU-"D.O." 30-4-81, el que dispone lo siguiente: "Artículo 2º.- No serán aplicables las disposiciones del presente Decreto Supremo a alteraciones o reconstrucciones de parte de edificios, siempre que la construcción que se altere o reconstruya se hubiere ejecutado cumpliendo con las normas de prevención de incendios vigentes con anterioridad a este Decreto y, que dichas modificaciones en total no signifiquen un aumento de más del 50% en el número de ocupantes previstos para dicho edificio".

CAPITULO XIII

HOTELES, CASAS RESIDENCIALES

Y DE PENSION

ARTICULO 182: 1. Los edificios de más de un piso que se construyan para hoteles, residenciales y casas de pensión, con cabida para más de 20 pensionistas, deben estar provistos de escaleras y cajas de escaleras incombustibles y cuando tengan más de tres pisos deben construirse totalmente contra incendio, y

2. Los edificios que se habiliten o los ya destinados a estos usos deberán cumplir los requisitos que, para cada caso, indique la Dirección de Obras Municipales respectiva.

ARTICULO 183: Las escaleras de hoteles, residenciales y pensiones deberán cumplir con los requisitos exigidos en la letra g) del artículo 199 del Capítulo XIV, Título II de la Primera Parte de esta Ordenanza (80).

ARTICULO 184: Los tramos de las escaleras serán rectos en cada piso, con pasamanos en ambos costados y los peldaños tendrán un ancho no inferior a 0,28 m y una altura no mayor de 0,17 m.

ARTICULO 185: Los establecimientos con más de 50 dormitorios deberán tener una entrada y una escalera de servicio independientes de las principales.

*ARTICULO 186: 1. El ancho mínimo de las galerías o pasillos de los pisos superiores será de 1,20 m, no pudiendo exceder de 30 m. la distancia de la pieza más alejada servida por el pasillo al primer escalón del tramo descendente de la escalera, y

2. Todo pasillo que sirva dormitorios, debe conducir directamente a la escalera principal.

ARTICULO 187: Los baños de lluvia o de tina y los lavatorios de los hoteles y pensiones, con más de 18 dormitorios, deberán tener agua potable, fría y caliente.

ARTICULO 188: Cuando no se consulten retretes independientes completos para cada dormitorio, se deberá disponer:

a) un lavatorio con agua corriente y desagüe en cada dormitorio;

b) una pieza con baño y lavatorio por cada cuatro dormitorios o por cada cinco personas que pueda hospedar el establecimiento;

c) un W.C. independiente por cada 5 dormitorios, consultándose, en todo caso, uno en cada piso, y

d) un botaguas con llave de agua para cada 20 piezas o

* Cambió por D. 194. (6-XII-85)

fracción, debiendo colocarse uno, a lo menos, en cada piso.

ARTICULO 189: En caso de consultarse retretes independientes para cada habitación, éstos deberán contener, baño, lavatorios y W.C.

ARTICULO 190: Los retretes y los cuartos de baño y demás locales del servicio higiénico tendrán pavimento y zócalo impermeable hasta una altura de 1,20 m, a lo menos, y las paredes serán pintadas al aceite.

ARTICULO 191: Los edificios destinados a hoteles deben contar además, con servicios higiénicos independientes para hombres y mujeres, destinados a las personas que concurran en visita al establecimiento.

---

(80) Artículo reemplazado, en la forma que aparece en el texto, por el artículo 2º del D.S. 1.171, MINVU-"D.O." 15-12-77.

I. EL FUEGO.

I_1. DEFINICION Y GENERALIDADES

"El fuego es la rápida combinación del óxigeno con el carbono y otros elementos contenidos en las sustancias orgánicas".*5 Se manifiesta mediante llamas, emisión de humos y gases y desprendimiento de calor. Estos tres elementos tienen la propiedad de elevarse en la atmósfera.

-Las llamas son la parte visible y espectacular del fuego, iluminan y atraen, son gases inflamados.

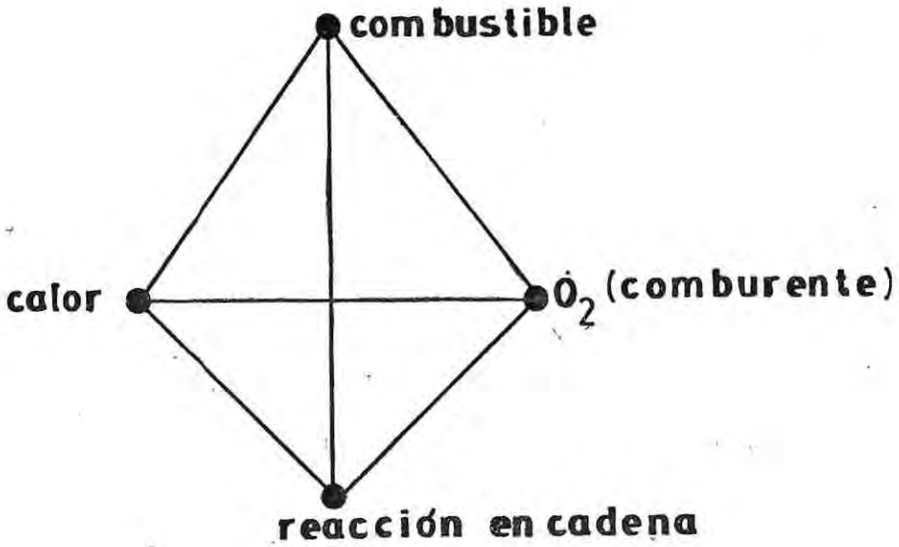
-El humo impide la visibilidad, lo que provoca el pánico. Pueden ser tóxicos e invisibles y su difusión propaga el calor, además corroe los objetos delicados e impide acercarse al foco.

-El calor es generado por la combustión, ya que es una reacción exotérmica, este sobrecalienta el aire. En un fuego doméstico se alcanzan los 250°C, en un incendio importante 800°C y 1.100°C en una gran catástrofe. El calor provoca la combustión espontánea de ciertas sustancias y afecta a otros provocando deformación; gasificación, fusión, explosión, etc..."*14

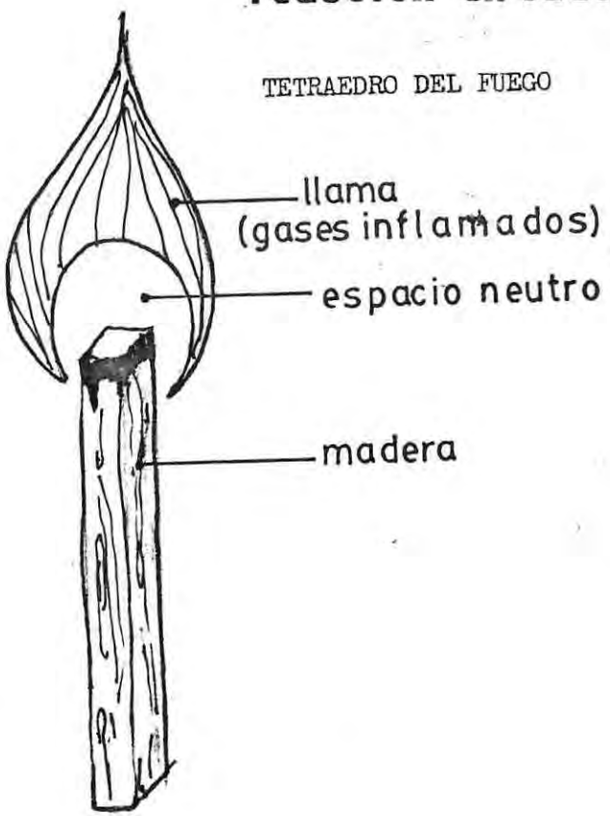
"El comportamiento del fuego es complejo y difícilmente predecible. Puede aparecer en cualquier parte, invadiendo violentamente todo el edificio o en forma imperceptible. Sólo necesita oxígeno (comburente), combustible y calor".*6 Estos tres

---

*14, R. Bayon, "La protección contra incendios en la construcción"
*5 , Enciclopedia británica
*6, A. Saleh M. "Protección contra incendios"



TETRAEDRO DEL FUEGO



elementos más la reacción en cadena se pueden expresar gráficamente en el TETRAEDRO DEL FUEGO. Cada uno de los 4 vértices es imprescindible para que el fuego se produzca. Al neutralizar cualquiera de ellos el fuego cesa. La reacción en cadena fue descubierta por el Dr. Arthur Guise, en 1960.

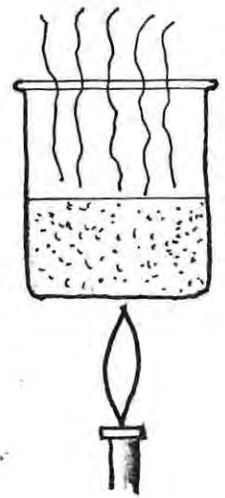
COMBUSTIBLE: "Lo constituye toda sustancia suceptible a arder, la cual puede encontrarse en cualquiera de los tres estados, pero para poder arder debe estar en estado gaseoso".*7 Se denomina pirólisis a la descomposición de sólidos o líquidos en gas. Esta puede ser química (por el calor) o mecánica (nebulización de líquidos).

Ejemplo: lo que arde no es la madera sino sus gases. Antiguamente se calentaba la madera en un recinto cerrado sin óxigeno obteniéndose gas, el cual era distribuido por tuberías.

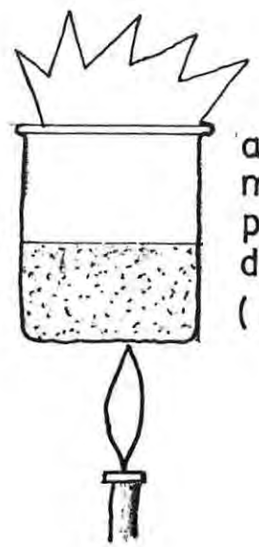
Es importante conocer el estado del combustible y su temperatura de gasificación (FLASH-POINT). "Esta es la temperatura mínima con la que el combustible desprende vapores en cantidad suficiente para formar una mezcla inflamable con el aire ambiente. Se entiende por mezcla inflamable aquella que permite una propagación de la llama dentro de los límites inferior y superior de inflamabilidad".*8 Mientras menor sea la temperatura de gasificación de un combustible, mayor será el riesgo de incendio.

---

*7,*8, A. Saleh M. "Protección contra incendios"



a los 378°C la parafina empieza a despedir vapores. (flash point)



a los 255° C los vapores mezclados en justa proporción con aire, se encienden espontaneamente. (fire point)

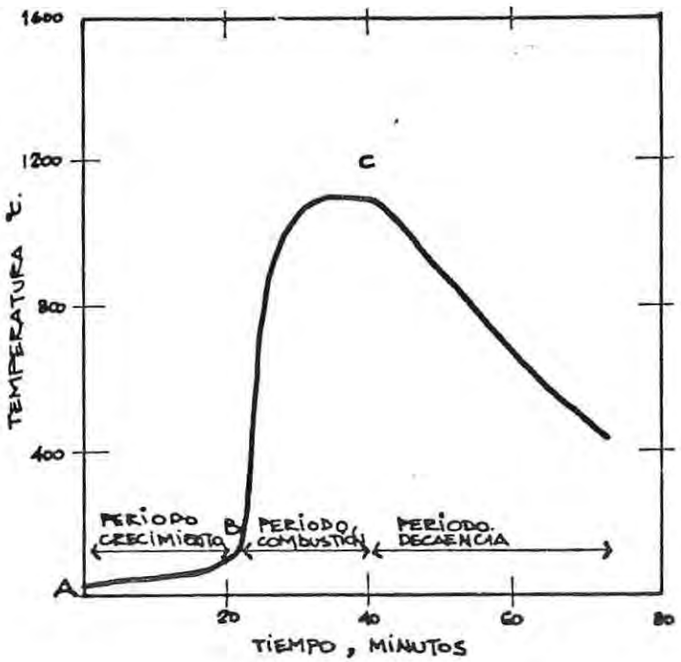
" Temperatura de ignición (FIRE-POINT); es la temperatura mínima con la cual, los vapores de una sustancia comienzan a arder con una combustión sostenida" *9 Mientras menor sea la temperatura de ignición, mayor será el riesgo de incendio.

Peso específico de los combustibles: Es necesario saberlo para combatir el incendio de ellos.

Ejemplo: P_E bencina= 0,75.

Esto significa que si apagamos un incendio de bencina con agua, ésta se irá al fondo y si rebalsamos, la bencina se desparramará expandiendo el incendio. Al contrario, si los combustibles tienen mayor densidad que el agua, estos se van al fondo, apagando el incendio por desplazamiento de O_2.

*9, A. Saleh M.,"Protección contra incendios"



TEMPERATURAS Y FASES DE UN INCENDIO

CALOR.

"El calor es una forma de energía resultante de la vibración molecular de los cuerpos. El aumento en la amplitud de las vibraciones produce un acrecentamiento en la intensidad del calor. Por el contrario, la disminución paulatina del movimiento vibratorio de las moléculas determina sucesivos descensos de temperatura hasta llegar a un estado de reposo completo de las mismas. Al alcanzar ese punto se produce la temperatura más baja posible, o sea 273ºC bajo 0, denominada "cero absoluto"." *10

Aparte de los efectos fisiológicos en los seres vivos se observan diversos cambios que pueden resultar de la aplicación de calor a un cuerpo, los principales son los siguientes:

Aumento de temperatura: La temperatura es la medición del grado de calor de un material, el que indica si está en condiciones de tomar o entregar calor a lo que lo rodea. Se mide en grados Celcius, o grados Farenheit. Los grados Celcius resultan de la división en 100 partes iguales de la diferencia de temperatura de congelación y ebullición del agua. Los grados Farenheit y Celcius se relacionan en la siguiente fórmula.

$$^{o}F = \text{Gr. Celcius} \times \frac{9}{5} + 32$$

Al recibir calor un cuerpo, generalmente aumenta su

*10, Enciclopedia británica

temperatura. Sin embargo, no siempre sucede tal cosa, pues el agua en ebullición mantiene una temperatura constante y utiliza en la vaporización el calor que recibe. Asimismo, al aplicar calor a una mezcla de hielo y agua no se aprecia aumento de la temperatura, pues el calor recibido se utiliza en la fusión del hielo.

Cambio de tamaño: "El volumen de un cuerpo suele aumentar en proporción a su calentamiento. Sin embargo, el agua presenta una excepción a esta regla. Por un extraño comportamiento, el agua a la temperatura de 0 grados C. disminuye de volumen al recibir calor y continúa disminuyendo hasta llegar a la de 4 grados C., punto en el cual alcanza su volumen mínimo y su máxima densidad A partir de ese punto el calentamiento produce expansión."*11

Cambio de Estado: "El calor puede vaporizar los líquidos y hacer líquidos los sólidos. Estos fenómenos, corrientemente observados en el derretimiento del hielo y la ebullición del agua se denominan cambios de estado."*12

Cambios Químicos: Al quemar carbón, por ejemplo, se combina éste con el oxígeno del aire mediante la aplicación del calor inicial. Pero una vez que la combustión empieza, la acción continúa por sí sólo gracias al calor producido en la combinación. Esto es la llamada reacción en cadena. El cambio químico es uno de los efectos más importantes del calor.

El calor impartido a cierto tipo de circuitos puede generar corrientes eléctricas; puede ocasionar variaciones de

*11, *12, Enciclopedia británica

las propiedades magnética del hierro y cambios en la elasticidad del acero. Esto último es comúnmente visto de los incendios; a los 500° el acero se torna absolutamente plástico, deformándose totalmente.

.

CALOR ESPECIFICO.

Es la cantidad de calor necesaria para elevar la T° de un material. Mientras mayor sea la densidad, mayor será el calor necesario para elevar la T°. Por lo tanto, un edificio de gran masa es relativamente poco dañado por el incendio.

$$Q = m \cdot \frac{(t° - ti)}{(At°)} \cdot Ce.$$

$$Ce = \frac{Q}{m \cdot At}$$

Para el agua Ce=1

Para la madera Ce=0,5

Para los pétreos Ce=0,2

Para los metales Ce=0,1. Por esta razón los metales se calientan, ya que tienen muy poca capacidad para absorver calor, al contrario del agua que tiene gran capacidad. Una técnica de protección para estructuras metálicas, consiste en llenarla con agua con un PH-7 (no agresivo). Con eso se aumenta su capacidad de absorción de calor.

I_2. FENOMENOLOGIA. *13

En un incendio se producen una serie de reacciones, las fundamentales son las siguientes: (estas son las de la madera).

a) $C + 2O \longrightarrow CO_2 + 97{,}2$ Kcal.

$12gr. + 32gr. \longrightarrow 44gr.$

El carbono es componente principal de todos los combustibles. Al reaccionar con el oxígeno, se obtiene dióxido de carbono.

La reacción anterior se compone de dos sub reacciones

$$C + O \longrightarrow CO + 28{,}2 \text{ Kcal.}$$

$$CO + O \longrightarrow CO_2 + 68{,}4 \text{ Kcal.}$$

El carbono al reaccionar en ambientes, con poco oxígeno produce monóxido de carbono, un gas altamente tóxico, que mata en pocos segundos. Este gas a su vez, reacciona con un nuevo oxígeno para formar el dióxido de carbono. Este fenómeno puede causar la extensión del incendio. El monóxido de carbono sube desde el foco original y al encontrar nuevo oxígeno se combustiona creando un nuevo foco en un piso alto.

---

*13, basado en el Seminario dictado por G. Rodriguez J. "Incendios en edificios de altura". Santiago, 1986.

b) $2H + O \longrightarrow H_2O + 57,6$ Kcal.

El hidrógeno reacciona con el oxígeno para obtener vapor de agua y 57,6 Kcal. Esta reacción es muy exotérmica.

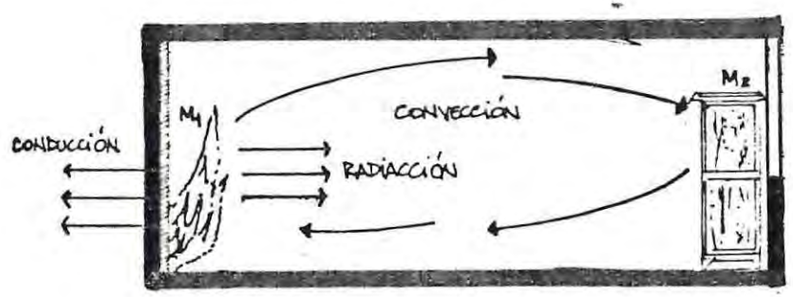
c) $S + 2O \longrightarrow SO_2 + 78,1$ Kcal.

El azufre reacciona con oxígeno y se obtiene gas sulfuroso y 78,1 Kcal. Además en un incendio se producen una serie de reacciones secundarias entre los productos de la combustión. Estas son muy complicadas. Ej.: H_2SO_2 ...

Por lo tanto, conociendo la composición química de los materiales podemos deducir el calor que producen.

I_3. FORMAS DE TRANSMISION DEL CALOR.

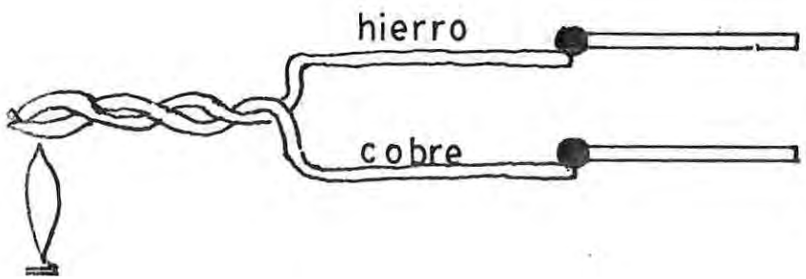
Son tres los medios por los cuales se propaga el calor de un punto a otro: Conducción, convección y radiación. Se produce transferencia de calor cuando entre dos cuerpos existe una diferencia de temperaturas (At°) que cesará cuando sus temperaturas se igualen.



Propagación del calor en el recinto.

$I_{3.1.)}$ CONDUCCION.

El calor pasa siempre de un cuerpo caliente a uno frío, por contacto directo. El planchado de la ropa constituye un buen ejemplo. No todos los cuerpos conducen el calor con la misma facilidad (CONDUCTIBILIDAD TERMICA). Hasta la fecha ningún material aislante conocido ha podido detener la transmisión de calor por conducción, sólo se ha logrado retardar dicha transferencia. La transferencia se hace entre moléculas, mientras más poroso sea el material, será menos conductor.



Una experiencia práctica para establecer la conductibilidad térmica de los materiales. Se observará que el fósforo que toca al cobre se enciende primero.

CONDUCTIBILIDAD TERMICA.

Nº de calorías transferidas por segundo a través de 1 cm^3 de material, cuando el cambio de Tº es de 1 grado centígrado.

op.

Nch 853 cpf

Buenos conductores		Malos conductores.	
Aluminio	0,504	Asbestos	0,0004
Bronce	0,260	Ladrillo	0,0015
Fierro Fundido	0,109	Concreto	0,0022
Cobre	0,918	Vidrio	0,0025
Oro	0,700	Parafina	0,0006
Plomo	0,083	Madera	0,0003
Magnesio	0,0519	Alcohol	0,0004
Plata	1,006	Glicerina	0,0007
Zinc	0,265	Gasolina	0,0003

La conducción tiene importancia en la propagación de los incendios por los llamados puentes térmicos, los cuales son elementos de alta conductibilidad que relacionan dos recintos, transmitiendo el calor y provocando la invasión de un nuevo recinto por el fuego sin haber ninguna abertura. Ej.: marcos metálicos de puertas.

$I_{3.2.}$ CONVECCION.

Consiste en la propagación del calor por el movimiento de gases o líquidos calientes. Al calentar el aire, éste se expande y asciende, ya que se hace menos denso y por lo tanto más liviano que el aire frío. El aire caliente puede ser llevado por corrientes de aire en cualquier dirección.

Los humos y gases calientes se elevan verticalmente y causan la transmisión del calor y del incendio por convección hacia los pisos superiores por las zonas verticales que actúan como chimenea. Las llamas también se elevan en la atmósfera alcanzando nuevos pisos.

$I_{3.3.}$ RADIACION.

El calor transmite por medio de rayos u ondas, de la misma manera que se propaga la luz y se transmite tanto en el aire como en el vacío. El calor radiado no es absorbido por el aire. Los rayos de una fuente de calor se transmiten en todas direcciones. Así mientras más lejos esté el objeto expuesto al calor, menor será la concentración que alcanzará. Por lo general los cuerpos oscuros absorben más radiación que los claros.

" Manteniéndose los demás factores constantes, la cantidad de calor que alcance un objeto expuesto a la radiación de una fuente unitaria de calor y el objeto expuesto, es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia.

$$\frac{Q1}{Q2} = \frac{(t1 + 273)^4}{(t2 + 273)^4}$$

t1 y t2 son t° en °Cent. y Q1 y Q2 son cantidades de calor radiado a las temperaturas t1 y t2 respectivamente." *15

La radiación del calor es detenida por cualquier cuerpo opaco. De ahí la importancia de los cortafuegos.

Este fenómeno es de gran importancia, pues las llamas que salen por las ventanas de un inmueble pueden inflamar las cortinas del piso superior y al mismo tiempo las de un inmueble situado enfrente. De ahí la importancia de la separación entre edificios.

---

*15, A. Saleh M."Protección contra incendios"

PRECAUCIONES PARA EVITAR INCENDIOS NFPA

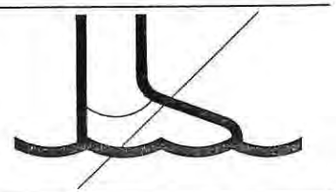
Todos los aparatos y herramientas eléctricas deben tener una etiqueta de una agencia examinadora. Mande a reparar todos sus aparatos si estos no están funcionando correctamente.



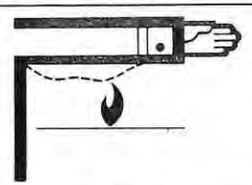
No sobrecargue las salidas eléctricas.



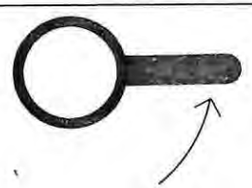
El agua y la electricidad combinadas causan sacudidas eléctricas. Tenga las manos secas; no se pare en agua. Si un aparato se moja, llévelo a revisar.



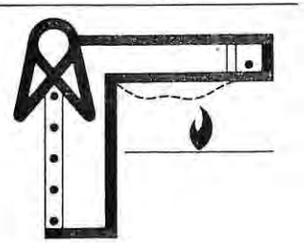
No almacene objetos sobre la estufa. Podria quemarse al tratar de alcanzarlos.



Vire los mangos de las sartenes, de manera que los niños no puedan jalarlos.



Use mangas ajustadas al cocinar. La ropa suelta puede prender fuego.



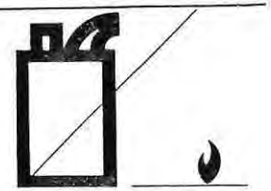
I_4. CAUSALES DE LOS SINIESTROS.

Los incendios pueden definirse como todos aquellos fuegos no controlados.

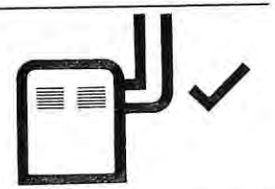
Las causas de incendio son variadas, las principales son las siguientes:

-Causas naturales: efecto lupa, por ejemplo vidrios rotos;
-Causas humanas: Imprudencias, ignorancias de los peligros, mala vigilancia, trabajos mediante calor (empleo de soplete, soldadura al arco, etc...)
-Corriente eléctrica: instalaciones sobrecargadas, provisionales o viejas.
-Aparatos de calefacción con llama viva , las chimeneas.
-Líquidos inflamables: los vapores que éstos emiten son inflamables y forman, con el aire, una mezcla explosiva (vapores de neoprén, incendio Torre Santa María).
-Gases de combustión inflamables, mezclados con el aire explotan cuando entran en contacto con un punto en ignición.
-La electricidad estática debida al frotamiento de dos cuerpos que pueden producir chispas. Una chispa cualquiera puede tener 3.000° Celcius fácilmente.
-Causas diversas tales como: sobrecalentamientos mecánicos (rodamientos mal lubricados), inflamaciones espontáneas, descargas de polvo de carbón (es sumamente peligrosos lanzar polvo de carbón al aire, si se encuentra con la cantidad justa de oxígeno puede haber combustión instantánea , explosión . Esto sucede con

Almacene gasolina y otros materiales inflamables en envases de metal herméticos.
No use líquidos inflamables cerca del calor, la llama de un piloto, o cuando esté fumando.



Haga que su equipo de calefacción sea revisado cada año.



Ponga en orden su mesa de trabajo. Mantenga objetos inflamables a distancia de las chispas.



Si un fusible se quemara, encuentre la causa. (Reemplace el fusible con uno que sea del tamaño correcto)



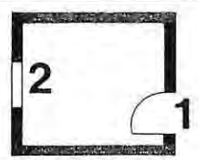
Ponga en orden los desechos.
No almacene objetos cerca del calentador o la calefacción.



Adquiera un detector de humo, e instálelo fuera del área de dormir. Este debe tener una etiqueta de una agencia examinadora.



Planee dos diferentes maneras de escapar de cada recámara.



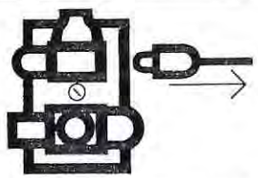
cualquier combustible).

-El rayo constituye también causa de incendio, pero la probabilidad es relativamente baja, sobre todo en Chile.

-Intencionales.

Podemos deducir por lo tanto, que la mayoría de los incendios son causados por imprudencias y descuidos humanos. Ningún sistema de protección es eficiente sino existe una real disposición por evitar el riesgo. Según estudios realizados por las Compañías de Seguros, se considera que el 95% de los incendios podrían haberse evitado si se hubieran tomado las debidas precauciones.

No sobrecargue las salidas eléctricas.

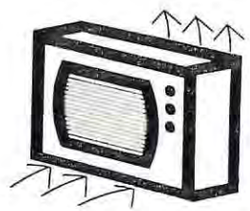


Fume en una silla, no en la cama.



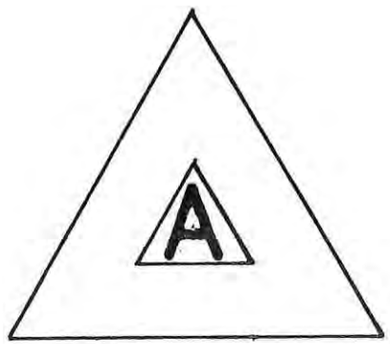
Mantenga calentadores portátiles apartados de las personas y combustibles.



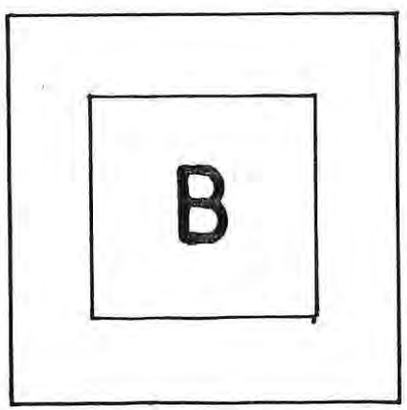


Permita suficiente espacio alrededor de la TV y aparato tocadiscos, para prevenir sobrecalentamiento. Si la televisión no funciona correctamente, puede ser un peligro de fuego, haga que sea revisada.

SIMBOLOGIA Y COLORES



verde



rojo

I_5. CLASIFICACION DE LOS FUEGOS. *16

Los técnicos han clasificado los diferentes categorías del fuego a fin de poderlos combatir mediante métodos y productos extintores apropiados.

FUEGOS DE CLASE A O FUEGOS SECOS.

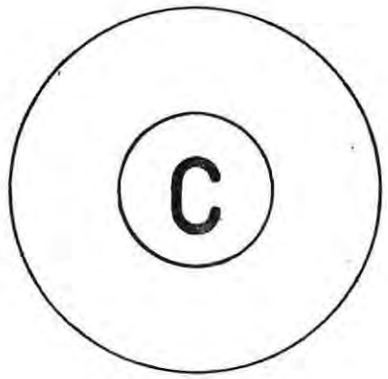
El fuego de clase A, es una combustión viva con llama o combustión lenta con brasas; es el tipo más corriente y afecta a los derivados celulósicos: papel, madera, trapos.

FUEGOS DE CLASE B O FUEGOS GRASOS.

Son fuegos de cuerpos grasos e hidrocarburos, líquidos o sólidos licuables.

---

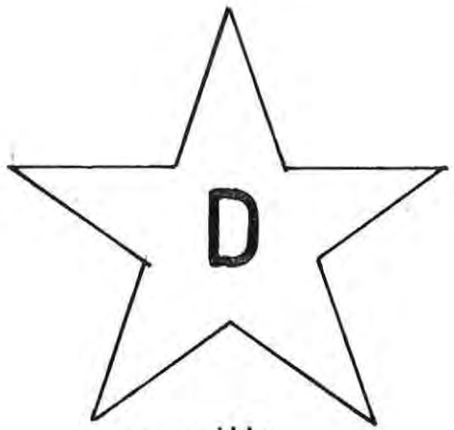
* 16, según la Norma Chilena.



azul

FUEGOS DE CLASE C.

Son incendios de origen eléctrico de baja o alta tensión, afectan a equipos eléctricos bajo carga: motores, tableros, transformadores y cables.



amarillo

FUEGOS DE CLASE D.

Son fuegos muy especiales que no pueden estar incluidos en ninguna de las anteriores. Afectan a ciertos metales empleados generalmente en aviación: zirconio, titanio, magnesio, potasio, sodio...

$I_{6.}$ EXTINCION DEL FUEGO. *17

Para apagar un incendio es necesario disponer de medios de extinción suficientes, capaces de actuar eficazmente y en un corto intervalo de tiempo. Todo fuego no controlado tiene grandes posibilidades de expansión, pudiendo degenerar en catástrofe. Los técnicos coinciden en que el trabajo realizado en los 5 primeros minutos es más importante que el realizado en las 5 horas siguientes.

La lucha contra el fuego se divide en tres partes:

A.- Reconocimiento del incendio en función de la velocidad de propagación del fuego y de los medios físicos de detección.

B.- Transmisión de esta información al centro de socorro.

C.- Extinción en función de la eficacia del servicio de protección.

La duración de estas fases, deben ser lo más breve posible, tanto menos cuanto más elevado sea el potencial calorífico de las materias que puedan alimentar el incendio. Además el combate de un fuego incipiente es relativamente fácil.

Para extinguir un fuego, nos basta con anular cualquiera de los vértices del tetraedro del fuego.

---

*17, basado en : R. Bayon, "La proteccion contra incendios en la construcción"

Cuarta Compañía de Bomberos de Viña del Mar,"Elementos sobre el fuego y su extinción ."

A.- La Sofocación: El combustible es privado del comburente (oxígeno). El aire contiene un 21% de oxígeno, si esta proporción se reduce a un X% la combustión es imposibilitada.(valor relativo a cada material)

B.- El Enfriamiento: Consiste en bajar la temperatura por debajo del punto de inflamación de los materiales (FIRE-POINT)

C.- Cortar la reacción en cadena:Por medio de un choque la llama es separada de su base en forma violenta (explosión de nitroglicerina sobre los pozos de petróleo incendiados).

D.- La Dispersión del Combustible: Los elementos que arden son separados y apagados aisladamente, aunque esto no es válido más que para los incendios de poca importancia o en curso de extinción (remoción de escombros)

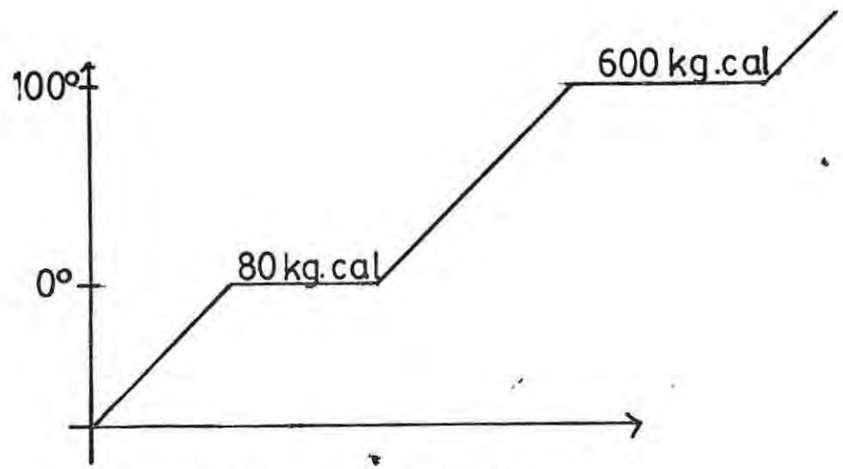
EL AGUA.

Es el método más práctico y efectivo de apagar un incendio clase A. Es el agente más utilizado y su poder es conocido desde la antiguedad. Actúa de dos maneras: 1) enfriando los combustibles afectados a un punto inferior al de ignición. (Los combustibles tienen una temperatura de ignición media de 140°C). 2) El chorro violento abate la llama. 3) El vapor de agua desplaza el oxígeno del medio ambiente provocando la sofocación.

La acción más efectiva es la primera y depende del traspaso inmediato del calor del combustible al agua. Su eficiencia máxima se obtendrá cuando un 100% del agua aplicada se transforme en vapor de agua. Para ello se aumenta el grado de nebulización del agua. Aquí está involucrado èl concepto de calor latente; que es la cantidad de calor entregado o absorvido por una sustancia al cambiar de estado, y es medido en calorías por peso unitario o BTU (unidad termal británica que equivale a 252 gramos calorías). Mientras más fría y más nebulizada esté el agua, mayor será el efecto refrigerante, para ello citamos el siguiente ejemplo:

a) Si un galón de agua (3.785 litros) es aplicado a 10°C y vaporizado a 100°C, tienen un efecto refrigerante de casi 9500 BTU (2.394 Kg/cal.)

b) Si la misma cantidad de agua es aplicada a 15,5°C y se escurre



CALOR LATENTE (AGUA)

luego de ser calentada a 26,6°C, tiene un efecto refrigerante de sólo 167 BTU (42,084 Kg/cal).

Esto explica la enorme eficiencia del agua nebulizada sobre el chorro compacto de agua.

Desgraciadamente hace falta una gran cantidad de agua, que aumenta cuando es más violento el fuego y la temperatura.

Existen ciertos casos donde el agua resulta peligrosa.

-En incendios tipo C, de aparatos eléctricos bajo carga. Su cualidad conductora pone en peligro a las personas.

-En incendio clase D, ya que ciertos materiales como el magnesio son muy ávidos de agua, acelerando su combustión al conseguirla.

-Sobre aparatos frágiles, obras de arte, libros, etc., el agua puede ocasionar pérdidas mayores que el incendio mismo.

-En fuegos clase B. Para hidrocarburos de densidades menores o iguales que el agua (Ver I_1. Combustibles).

Calor Latente:

Para hacer cambiar el agua de hielo a gas se necesitan 680 Kcal x Kg. El agua no aumenta su T° hasta que todo el hielo se transforme en agua, o hasta que toda el agua se convierta en vapor.

HIDROCARBUROS HALOGENADOS.

Son derivados del petróleo de compre sión fácil, por lo cual se almacenan en cilindros portátiles. Son líquidos incongelables, dieléctricos,pero generalmente tóxicos. Muchos de ellos son excelentes extintores, pero sólo un pequeño número son posibles de utilizar por tener toxicidad nula o mínima. Los que se utilizan son menos tóxicos que el CO_2. No dejan residuos perjudiciales ni producen condensación al expansionarse. Tienen el inconveniente de ser caros.

Son obtenidos mediante la sustitución en los hidrocarburos de un átomo de hidrógeno por uno de cloro, bromo o flúor. Algunos tales como el tetracloruro de carbono y el bromuro de metilo se descomponen a alta temperatura produciendo gases tóxicos por lo que su utilización no es posible.

Algunos liberan cloro, el que tiene una acción corrosiva importante sobre los elementos metálicos, por lo que es necesario hacer una limpieza total una vez utilizados. Su poder de extinción es notable, bastan sólo concentraciones de entre 5 y 10%.

En los últimos años se han impuesto los hidrocarburos flúor - bromados, que se utilizan contra los fuegos de hidrocarburos y de gases licuados. Son gases estables, puros sin acción corrosiva sobre los metales e inofensivos para las personas; son mucho más activos que el CO_2 y la mayor parte de los hidrocarburos halogenados.

ANHIDRIDO CARBONICO.(CO_2)

Es un gas que pesa una vez y media más que el aire, es suceptible a licuarse. Es proyectado sobre el incendio bajo formas de una mezcla de gas y de nieve carbónica a baja temperatura consiguiendo la extinción por sofocación, choque y enfriamiento (temperatura Crítica: -31°C).

Este gas es económico de producir. Un Kilo de CO_2 licuado bajo forma de nieve carbónica produce 500 litros de gas. Un metro cúbico de CO_2 pesa dos kilos.

En acción provoca pocos daños en los objetos, pero es tóxico para las personas (la dosis letal es un 10% durante varios minutos). Al expandirse forma una niebla que obstaculiza el ataque al fuego o la evacuación.

No extingue incendios que produzcan brasa, por lo que no es muy efectivo para incendios tipo A. En cambio por su cualidad de no-conductor, sirve para incendios tipo C. Puede formar cargas electroestáticas con producción de chispas por lo que su empleo en mezclas inflamables es inconveniente.

LOS POLVOS QUIMICOS.

Los polvos están constituidos a base de bicarbonato sódico, sulfato de potásio y fosfato de amonio. Están constituido a base de granos muy finos de 50 a 60 micras de diámetro aproximado, calibrados, secos y con aditivos de productos hidrofugos para evitar el apelmazamiento por la humedad.

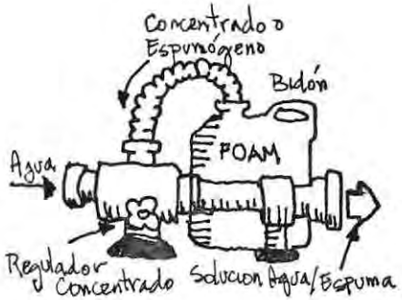
Los polvos no son ni tóxicos ni corrosivos, ni abrasivos, no presentan peligro para las personas; la temperatura no afecta su conservación y no conducen la electricidad. En cambio pueden dañar aparatos delicados.

Los polvos actúan por INHIBICION DE LA LLAMA y por aislamiento de las superficies calientes (SOFOCACION), no refrigeran el foco de incendio. No actúan sobre las brasas (salvo ciertos específicos) pero son eficaces en las fugas de gas inflamable .

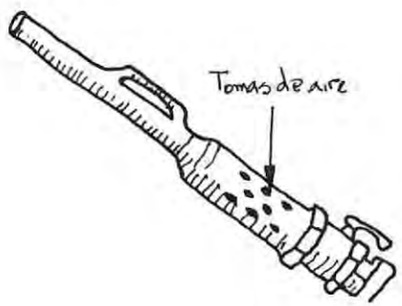
Los polvos se utilizan principalmente en el ataque de los fuegos CLASE B: fuegos de hidrocarburos, autos, fuegos de cocina en los que las grasas constituyen un excelente combustible.

También se utilizan en incendios clase C y D (fuegos de metales combustibles: magnesio, sodio, uranio, etc... Pero las cantidades necesarias limitan su empleo para la extinción de los conatos de incendio.

El polvo se utiliza principalmente en extintores portátiles ya sean manuales o sobre carros.



PREMEZCLADOR O INDUCTOR



PITON PARA ESPUMA

ESPUMA FISICA.

Esta se obtiene al mezclar agua y aire en presencia de un producto espumante. Se obtiene un volumen compuesto de bolas de aire recubiertas de una débil película de agua cuya densidad está en función del procedimiento de mezcla. Variando la cantidad de espumante se obtienen espumas cuyo grado de expansión (proporcionalmente las cantidades de agua y aire).

Las espumas más densas tienen el grado de expansión más bajo.

Las espumas están clasificadas en tres categorías: Normales, media expansión y alta expansión.

Las espumas normales son fácilmente proyectadas, asimismo también se transportan con facilidad; las otras espumas tienen un radio de acción muy pequeño; y se destruyen con bastante facilidad.

Las espumas actúan por SOFOCACION. Al ser proyectadas sobre el foco forman una capa que lo aisla de la atmósfera quitándole el oxígeno. Además funcionan por ENFRIAMIENTO DEL COMBUSTIBLE. Al ser ligeras, flotan y se extienden sobre la superficie del foco de incendio.

Las espumas no son corrosivas ni tóxicas y su producción es fácil y barata. Consumen poca agua y son insensibles a las corrientes eléctricas, pero sensibles al frío.

Existe otro tipo producido por reacción química, al reaccionar una solución ácida sobre una básica, dando lugar a la formación de anhídrido carbónico y a la creación de burbujas de espuma. La espuma física se utiliza esencialmente contra fuegos de hidro carburos y de solventes (alcohol etílico, acetona éter, acetato de etilio, etc....) Las espumas de gran expansión se utilizan en recintos de gran volumen y en los sótanos: permitiendo inundar un local desplazando el aire pero son destruidas parcialmente por el fuego; es necesario su producción continua hasta la extinción total del fuego.

OTROS AGENTES EXTINTORES.

-ARENA SECA: Actúa por sofocación del fuego. Al ser tirada con pala sobre líquidos que se derraman por el suelo. Se utiliza igualmente para los fuegos de magnesio.

-MANTAS: Son utilizadas para sofocar el fuego que ha alcanzado a una persona. Es necesario que estén fabricadas con materiales naturales (lana, amianto y no con fibras sintéticas).

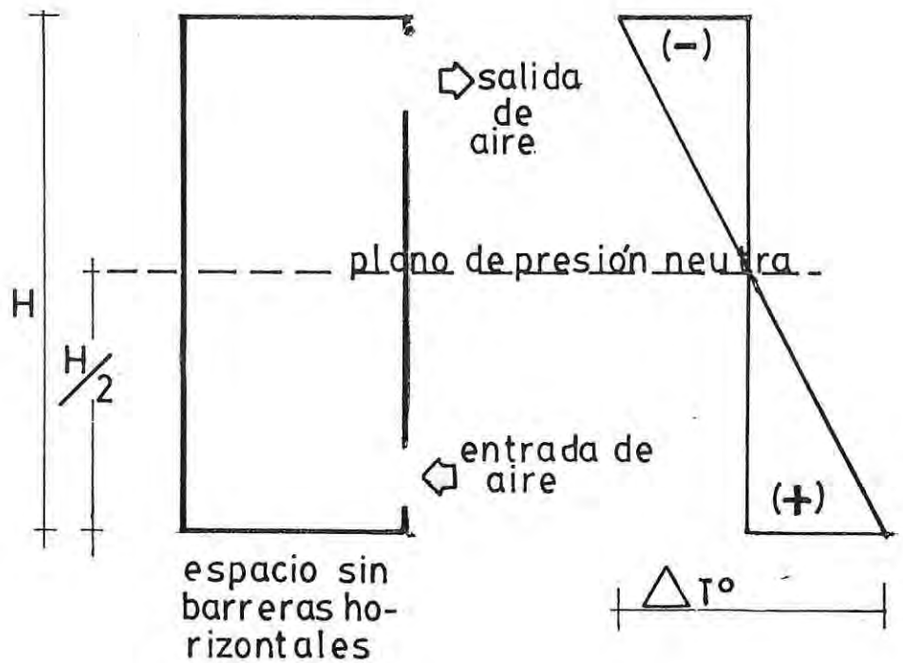
-AZUFRE: Era utilizado antiguamente para la extinción de fuegos de chimeneas.

-EXPLOSIVOS: Sólo se utilizan en contados casos, actúa abatiendo la llama. Se utilizan en incendios de pozos petroleros, incendios de gran magnitud en ciudades.

-VAPOR DE AGUA: Es una técnica utilizada en los navíos, cuando el vapor era abundante y bajo presión. Actúa por sofocación.

-NITROGENO GASEOSO: Actúa como el CO_2 y resulta difícil de licuar (-150ºC) y sólo se emplea en industrias que lo utilizan para su proceso de fabricación.

efecto chimenea



I7. HUMOS Y GASES.

En la práctica se ha demostrado que la mayoría de las muertes en incendios de edificios de altura son ocasionadas por los humos y gases tóxicos, subproductos de la combustión. Las muertes por contacto directo con las llamas son proporcionalmente pocas, si bien muchos cadáveres aparecen carbonizados luego de un siniestro, generalmente han muerto antes de ser alcanzados por las llamas. Como ejemplo podemos citar el incendio del Hotel MGM de Las Vegas en 1980, donde hubo 85 víctimas fatales, 70 de las cuales murieron por los efectos de gases y humos. En este caso, las instalaciones de aire acondicionado se encargaron de repartirlos por todo el edificio. Este método de propagación es muy común, por los que es imprescindible que los sistemas de aire acondicionado, se detengan automáticamente al iniciarse un siniestro. El actual artículo 102 de la Ordenanza lo exige.

Los incendios suelen dividirse en dos tipos: de baja y alta temperatura. Los primeros de mayor producción de humos y gases, lo que dificulta la localización y el acercamiento al foco. Los de alta temperatura producen llamas y calor radiante con poca producción de humos y gases. Esta diferenciación también depende de la cantidad de comburente (oxígeno) en la combustión. Si es escaso habrá pocas llamas, mucho humo y baja temperatura, si aumenta, el fuego se aviva, la temperatura crece y el humo ba-

ja.

Una combustión produce humos y gases en un volumen importante. Por ejemplo 1 m^3 de madera, produce alrededor de $10m^3$ de humos y gases. Para los materiales sintéticos el volumen puede llegar a 20 m^3. Los humos desplazan el aire y son irrespirables. La no existencia de partículas de humo no garantizan la no existencia de gases tóxicos ni la existencia de la cantidad de oxígeno necesaria para respirar. El monóxido de carbono por ejemplo, es invisible e inodoro pero altamente tóxico. Se estima que la mitad de los accidentes fatales son debidos a este gas Este se produce en ambientes pobres de oxígeno, donde la reacción completa ($C + 2O \longrightarrow CO_2$) no se lleva a cabo. Los escapes de automóviles constituyen una fuente frecuente de monóxido de carbono, por lo que se debe poner especial cuidado en la ventilación de los edificios para estacionamientos y de todos los recintos en donde se enciendan motores. Al aire libre, este gas se convierte rápidamente en bióxido de carbono, pero en un garaje cerrado, un motor en marcha puede producir suficiente para matar a una persona en cuestión de minutos (1 hora a 0,4% y sólo algunos minutos a 1,3% son las dosis letales).

"El monóxido de carbono invade la corriente sanguínea a través de los pulmones y se une con la hemoglobina de los glóbulos rojos de forma que les impide transportar oxígeno a las células del cuerpo y se produce la asfixia. La sangre de las vícti-

mas de intoxicación por CO adquiere un brillante color cereza.

Entre los primeros, síntomas de esta intoxicación aparecen los bostezos, dolor de cabeza, náuseas, mareo, zumbido de oídos y dolores abdominales, síntomas a los que siguen muy de cerca la respiración entrecortada y anhelosa y la inconsciencia. Es preciso sacar inmediatamente a la víctima alaire libre, tumbarla en posición horizontal y abrigarla. Debe llamarse con urgencia al médico y administrar al paciente inhalaciones de oxígeno o de una mezcla de oxígeno y bióxido de carbono. El oxígeno puro acelera la liberación del monóxido de carbono y lo expulsa de la sangre con rapidez unas cuatro veces superior a la que se consigue con la simple inhalación de aire. El jadeo o la cesación de la respiración obligan a practicar inmediatamente la respiración artificial.

Si el envenenamiento es grave, la víctima debe ser trasladada al hospital lo antes posible para recibir el adecuado tratamiento, que puede comprender transfusiones de sangre. Como la intoxicación afecta las células nerviosas, el cerebro puede sufrir daños temporales o permanentes, con graves disturbios de la visión, oído, habla y memoria. Dada la imposibilidad de ver u oler el CO, el peligro de envenenamiento es especialmente insidioso."*18

Los gases en general actúan de diferentes maneras sobre las personas:

-Provoca la asfixia por el desplazamiento del oxígeno de los ambientes.

---

*18"Enciclopedia familiar de la medicina y la salud"



Su peor enemigo es el humo.

El humo, el calor y los gases lo pueden ahogar y matarlo con unos cuantos respiros. Cuando se encuentre atrapado entre humo, agáchese y gatee.

INSTRUCCIONES PARA LA EVACUACION (NFPA)

-Impide la visibilidad, lo que causa pánico y accidentes. En 1974 en el edificio Joelma de Sao Paulo, la gente se lanzaba al vacío aún después de haber terminado el incendio, ya que el humo continuaba manando y no había una comunicación directa para avisarles. También se supone que mucha gente actuaba de esa manera por un estado de alteración de la razón por efecto de la falta de oxígeno (anoxia).

-Provocan la intoxicación.

Los restantes gases producidos generalmente en los incendios y las dosis letales son las siguientes:

- CO_2 : Dosis letal 10% por varios minutos, se produce en todos los fuegos.
- H_2S : Dosis letal 0,07% por una hora, lo produce la madera, lana, pelo, etc. y afecta al sistema nervioso.
- SO_2 : Dosis letal 0,05% por algunos minutos, es muy irritante.
- NH_3 : (Amoníaco) Dosis letal 25-65% por una hora y media.
- HCN : Dosis letal 3% por un breve tiempo, lo produce el plástico, madera, etc. produce cianosis (falla en la oxidación de la sangre).
- NO_3 : (dióxido de nitrógeno) Dosis letal 0,02 a 0,07%. Actúa anestésico respiratorio.
- CH_2CHCHO: (Acroleina) Dosis letal 0,001% por algunos minutos. Es producido por el petróleo y sus derivados.

- Fosgeno: Altamente tóxico.

Los humos y gases calientes se elevan verticalmente por convección. Por estar calientes estos se expanden disminuyendo su densidad con respecto al aire ambiente. Su movimiento es contrariado por cielos, losas y paramentos horizontales instalándose entonces horizontalmente, invadiendo todo.el espacio y en particular las circulaciones horizontales. Al encontrarse entre el humo, las personas deberían desplazarse pegados al suelo pero evitar aspirar los gases que normalmente tienen una mayor concentración en la parte superior.

Las circulaciones verticales (cajas de escala, fosos de ascensores) y ductos, actúan como chimenea aspirando los gases y elevándolos. Esto último reviste especial importancia, ya que normalmente los incendios en edificios de altura son propagados por los ductos verticales. Al ascender los gases por el ducto, el fuego se aviva por el efecto chimenea, disminuyéndose a su vez la producción de humos. Una nueva tecnología en el combate de incendios aprovecha este fenómeno, provocando un tiraje voluntario natural o acelerado mecánicamente. Esto vuelve al fuego más intenso, pero este defecto se compensa con otras ventajas; el fuego se hace visible desde el exterior, permitiendo así dar la alerta en caso de que el departamento este deshabitado, la visibilidad se mejora en la habitación donde se ha declarado el foco, los gases tóxicos o inflamables (mayor causa de mortalidad) son eliminados, el fuego es dirigido y los daños por el mismo

efecto limitados (siempre que exista una adecuada compartimentalización). Esto se puede implementar mediante ductos verticales que atraviesan de arriba a abajo todo el edificio, diseñados y construidos para resistir el fuego y evitar bloqueos. El humo es evacuado a través de trampas ubicadas en la parte superior de los recintos, las cuales funcionan automáticamente o son accionadas desde el centro de mando.

Con respecto a las cajas de escalas, la evacuación de humos es fundamental, especialmente en la zona vertical de seguridad donde la presencia de humo es inaceptable. Al invadirla por algún motivo este debe ser evacuado rápidamente, para ello, se les debe dotar de una trampa para humo en la parte superior, pudiendo optimizarse con un sistema de presurización con circulación de aire.

La Ordenanza no dice nada al respecto, contrastando por ejemplo con la norma española la cual dispone la obligatoriedad de la evacuación de humos de las cajas de escalera. La norma chilena sólo señala la incombustibilidad de la escalera y de los elementos de esta vía, para evitar la producción de fuego, pero no la asegura frente a la invasión de humos desde otros recintos, lo que comúnmente ocurre.

En España en el caso de escalera en posición central, se utiliza una trampa de humos de apertura automática, de $1m^2$ colocada en el techo, con mando manual a nivel de acceso de los

bomberos, servido por un sistema de detección de humo o una ventilación permanente de 1 m^2.

Las escaleras tradicionales en España, poseen un aparato de apertura clásica en la parte alta, pero debe poder accionarse desde el descanso.

II CAPITULO

COMPORTAMIENTO HUMANO Y EVACUACION. *19

II_1. CLASIFICACION DE LOS PELIGROS Y REACCIONES HUMANAS.

Los peligros se clasifican mediante cuatro criterios:

1º Por el número de afectados, se dividen en individuales o colectivos.

2º Por su desarrollo en estáticos o progresivos.

3º Por la ubicación de la fuente, en conocidos o desconocidos.

4º Por sus consecuencias, en despreciable, marginal, crítico o catastrófico.

La preocupación principal de la protección contra incendios es que los ocupantes no sufra nningún daño corporal y puedan evacuar por sus propios medios el edificio en peligro y llegar hasta el lugar seguro. En segundolugar viene la posibilidad de proteger el el edificio y sus instalaciones.

Según estudios estadísticos, la respuesta personal tiende a evitar y combatir el riesgo en un 95% de los casos. Un 5% tiene una respuesta inadaptada o sea, tienden a aumentar el riesgo o a no hacer nada, en esta clasificación estarían aquellas personas que sufren ataques histéricos. La respuestas adoptada depende de la magnitud relativa del riesgo, la emotividad, o estabilidad emocional, el adistramiento y el instinto de

*19, basado en: Consejo colombiano de seguridad."Evacuación de edificaciones"
Consejo interamericano de seguridad".Sistema de evacuación para edificios elevados"
Entrevista con la sicóloga Verónica Caray.



Pirámide de Maslow

autoprotección. El instinto de autoprotección permite a las personas cuando está en peligro su integridad, realizar esfuerzos físicos que en condiciones normales hubiesen sido improbables. Todo esto influenciado por experiencias aprendidas las que sin duda condicionarán la reacción: El sicólogo Maslow propone en su Teoría de la Pirámide, que las reacciones emocionales de un individuo (pánico, temor, rabia...) están basadas en la seguridad del mismo, la que a su vez está basada en el mayor o menor grado de satisfacción de las necesidades básicas.

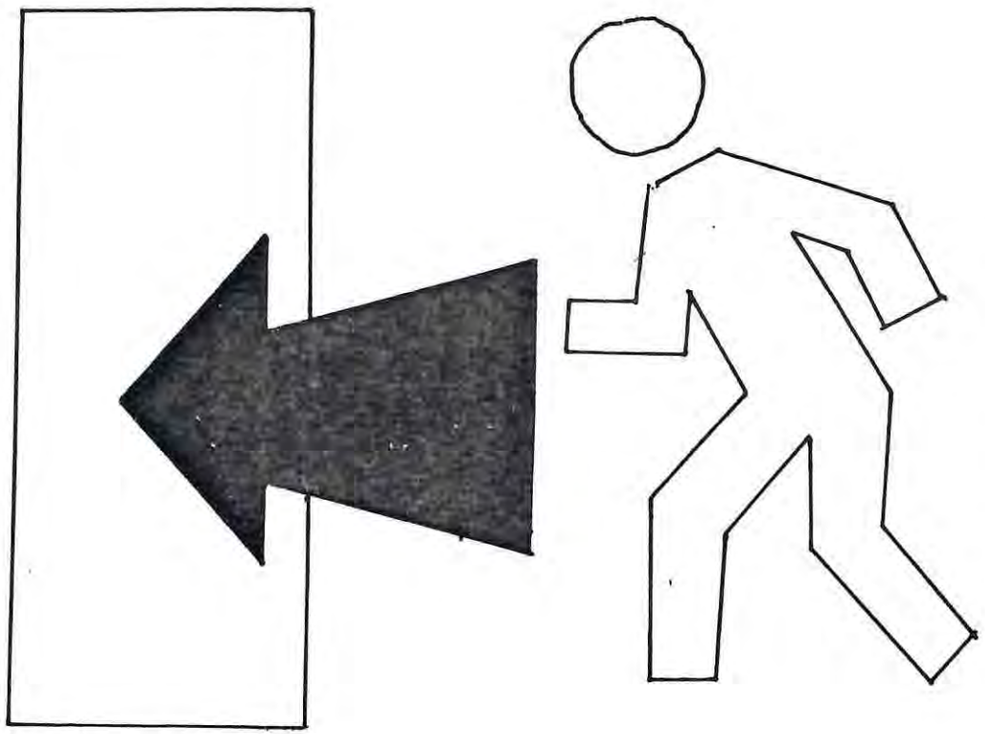
Otro aspecto que reviste importancia son los efectos de la falta de oxígeno o anoxia. En una estapa inicial esta puede ocasionar estados de alteración de la conciencia o de la razón, lo que estaría explicando ciertas reacciones insólitas, tales como el arrojarse al vacío.

II. 2. PROCESO DE ENFRENTAMIENTO DEL PUBLICO A UN PELIGRO.

La primera fase consiste en la percepción de la señal peligro, esta puede realizarse en forma directa a través de los signos propios del fuego o en forma indirecta advertido por otros. Esto depende sin duda del grado de publicidad del foco, de lo avanzado del siniestro y de las características del edificio. Datos estadísticos señalan que el peligro se percibe en un 30% por el humo desprendido, en un 23% prevenido por otros, en un 17% por las llamas, en un 12%, por los gritos, en un 8% por los ruidos, en un 7% por alarmas, en un 2% por el calor y en un 1% por otros factores.



Una vez percibida la señal la persona evalúa la realidad de ésta, la naturaleza del peligro y la magnitud del riesgo que la amenaza. Esta evaluación depende de los conocimientos previos o experiencias anteriores, del entrenamiento y de la emotividad de la persona. Los sistemas de detección y de alarma automática deben formar parte del programa integral de protección contra incendios, sin embargo, si alguien presencia el comienzo de un fuego, deberá informarlo inmediatamente. Las demoras en informar los incendios por tratar de atacarlos, a pesar de lo heroico de la acción, puede dar por resultado una pérdida de tiempo innecesaria y permitir que un simple fuego se pueda convertir en un incendio. Los sistemas para informar incendios deben estar a mano, ser directos, y no ser propensos a provocar demora alguna (teléfonos o citófonos de emergencia).

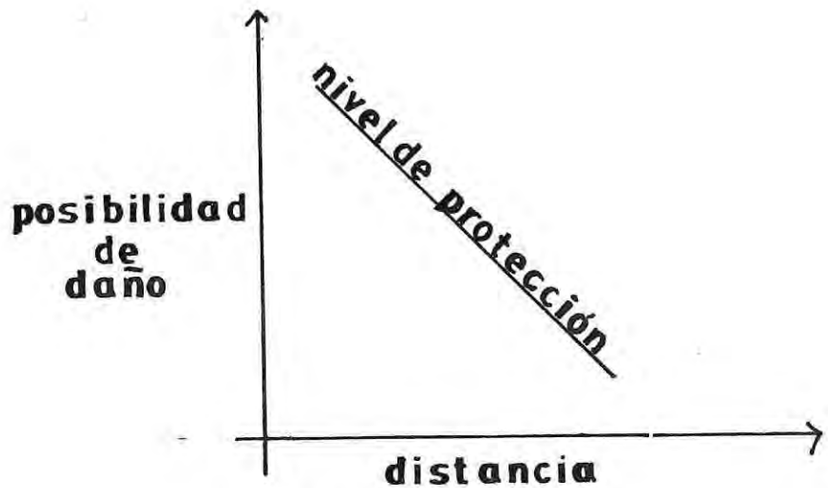


II.3. EVACUACION

El pánico de los ocupantes de edificios elevados durante las etapas iniciales de un incendio es un peligro que contribuye a una elevada pérdida de vidas. El humo, los gases y el aire recalentado hacen que sea absolutamente necesario contar con un programa de evacuación de emergencia para todos los edificios elevados. Debido a la diferencia en el diseño, la construcción, las características de resistencia al fuego, la altura, la distribución de los pisos, el uso y otras peculiaridades, cada edificio presenta características únicas para casos de evacuación de emergencia. En estos casos las vías de evacuación o zonas verticales de seguridad, se constituyen en protagonistas fundamentales, confiándose el éxito de la maniobra a su adecuado diseño.

La evacuación persigue el establecimiento de una barrera (distancia) entre la fuente de riesgo y las personas amenazadas, mediante el desplazamiento de éstas. La evacuación es necesaria siempre que existan riesgos colectivos inminentes, o sea cuando están amenazados simultánea o secuencialmente varias personas, lo que ocurre en un incendio de un edificio de altura.

La primera fase de la evacuación consiste en la detección del peligro. Existe un lapso de tiempo desde que se originan el fuego hasta que alguien lo reconoce, este tiempo depende de los medios de detección de que se dispone, del uso de la edifi



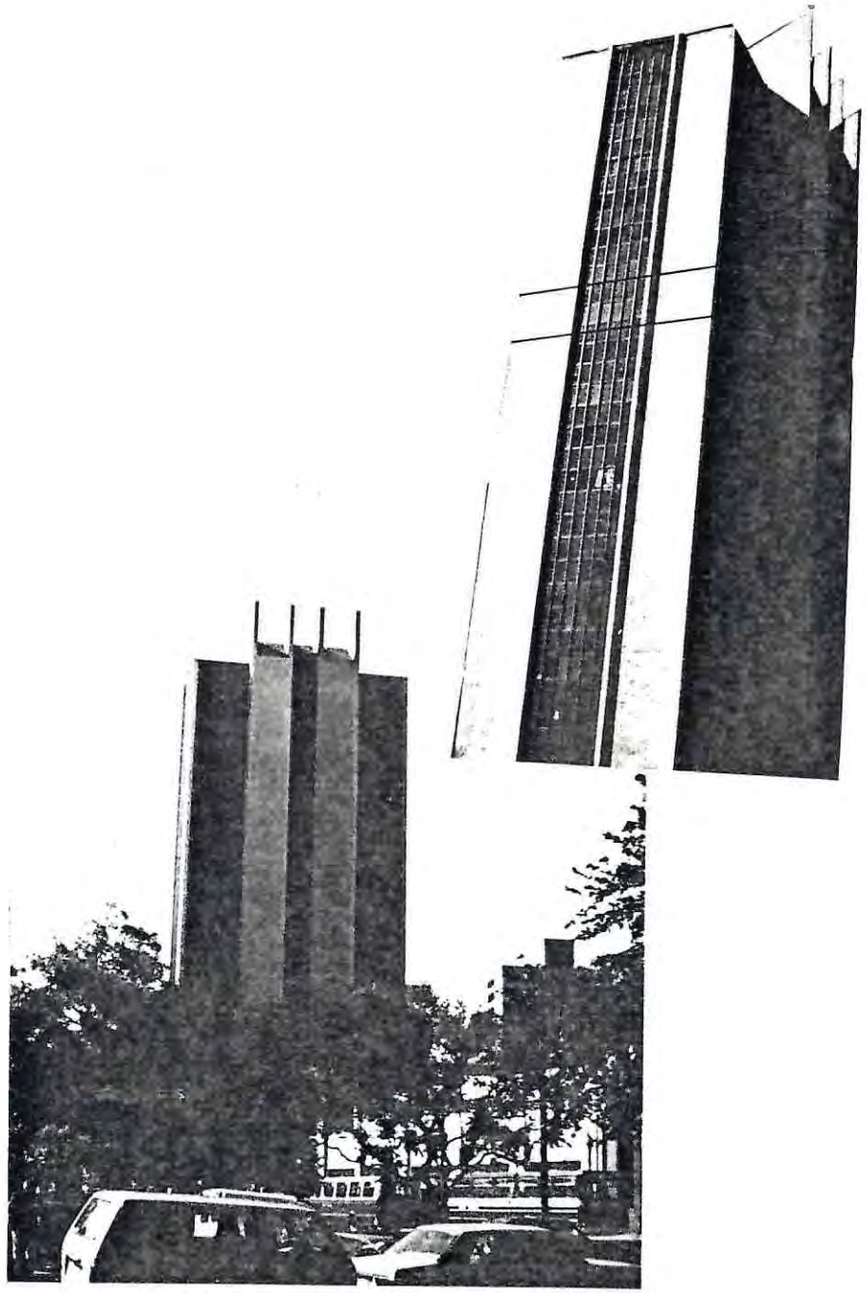
A medida que aumenta la distancia o separación de la fuente de riesgo, disminuye el riesgo.

cación y del día y hora del hecho.

La segunda fase es la de alarma. Desde que se conoce el peligro hasta que se tome la descisión a la gente, existe un tiempo, este depende de los sistemas de alarma de que disponga el edificio y del adiestramiento del personal. Cabe señalar que la respuesta personal es más eficiente y rápida cuando obedece a un sonido codificado. Una alarma sonora no es válida más que si las personas afectadas conocen su significación. Esta es fundamental para los edificios de altura, pero se debe procurar que sea discreta. La Ordenanza señala que en todo edificio de 7 o' más pisos, se debe instalar detectores automáticos y un sistema de alarma que permita alertar simultáneamente, a todos los usuarios en caso de incendio (Artículo 97). En realidad debería alertarse secuencialmente, comenzando con las personas con más riesgo.

La tercera fase es la preparación de la evacuación. Esta es el tiempo transcurrido desde que se comunica la descisión de evacuar hasta que empieza a salir la primera persona. El tiempo depende fundamentalmente del entrenamiento.

La cuarta fase es la salida del personal. Este comprende el tiempo desde que empieza a salir la primera persona hasta que sale la última. Este depende de la distancia a recorrer del número de personas a evacuar, de la capacidad y características de las vías y de las limitantes propias del incendio.



II. 3.1. SISTEMA DE EVACUACION PARA EDIFICIOS DE ALTURA.

La gente provoca incendios al hacer lo que no debieran haber hecho y al dejar de hacer lo que debieran haber hecho. El pánico ocasionado por el peligro da por resultado pérdidas innecesarias de vidas y lesiones. Para asegurarse de que las pérdidas sean mínimas en caso de un fuego, es necesario contar con una programación adecuada de prevención y protección de incendios, con una programación adecuada de evacuación y planeamiento y con un programa completo de ejercicios de evacuación de emergencia.

Para llevar a cabo una evacuación próspera y eficiente, es necesario contar con un pre-planeamiento, una organización y una supervisión completa. El planeamiento debe incluir por lo menos, estos principios básicos:

-Organización para la evacuación del edificio.
-Política y planes de evacuación.
-Detección e información.
-Coordinación del programa de evacuación.
-Comunicación para dirigir los movimientos y la evacuación.
-Inspección y evaluación.

Al empezar la ocupación de un edificio de altura y los ocupantes deben ponerse de acuerdo a fin de preparar un plan es-

Los tiempos de evacuación aumentan con la altura.

TABLA DE TIEMPOS DE EVACUACION SEGUN LA ALTURA.(National Research, Canadá)

Nºde pisos	para 120 personas por piso
50	66 minutos
40	52 "
30	30 "
20	25 "
10	19 "

crito para casos de incendios y otros procedimientos de emergencia. Este debe organizar una evacuación y acordarse prioridades, incluyendo responsabilidades y autoridades. El pre-planteamiento y el plan de transmisión de instrucciones "en cadena" relacionado con la evolución, del incendio, deben ser detalladas. A cada ocupante se le habrá de exigir que lo aprenda y lo cumpla.

Además de un sistema adecuado y efectivo para la detección del fuego, debe instalarse en cada piso un sistema adecuado y efectivo para comunicaciones en dos sentidos. El sistema de comunicación se usará para dirigir la tarea asignada a las dotaciones de evacuación de cada piso, ayudar en las comunicaciones, entre el centro de control del edificio y los bomberos que están usando el sistema mientras combaten el incendio y dirigen las evacuaciones.

La administración del edificio y sus ocupantes deben cooperar con el programa de educación y entrenamiento que se preparó para todos los equipos de evacuación de emergencia de cada piso.

En esto se incluye un sistema personal de instrucción para todos los habitantes del edificio y una distribución adecuada de instrucciones, avisos y diagramas de evacuación en los lugares estratégicos de cada piso. Debe colocarse además en los ascensores en forma visible una información del procedimiento de emergencia, para casos de incendios. Las sugerencias del "Código

para Ascensores" del American National Standard Institute de los E.U.A., señalan que inmediatamente después de darse a conocer una emergencia todos los ascensores deben regresar al primer piso. Deben instalarse dispositivos automáticos que permitan a la cabina del ascensor pasar por todos los pisos afectados por el fuego, bajo ninguna circunstancia deberá detenerse un ascensor en un piso afectado por un fuego. A todos los ocupantes incluyendo visitantes, se les deberá informar que no hay servicio de ascensores hacia o desde los pisos dela emergencia y que deben evacuar el edificio por las zonas verticales de seguridad. En el caso de las personas limitadas (lisiados o enfermos) la evacuación se complica. La zona vertical de seguridad debiera proporcionar un lugar seguro donde permanecer, estableciendo la protección en base a la barrera protectora proporcionada por los muros resistentes al fuego y las puertas estancas al humo. En caso de poder movilizarlos se los deberá descender por las escaleras hasta el piso más alto que cuente con un grupo de ascensores libres de peligro y luego se los trasladará por un ascensor bajo la dirección de un oficial de bomberos. Los miembros del equipo de evacuación de los pisos deberán ayudar a las personas que tienen incapacidades considerables. Una buena medida es ubicar el escritorio de las personas incapacitadas en un lugar de trabajo cerca de la salida.

El control de los ascensores desde el primer piso estará a cargo de los oficiales de bomberos. Especialmente peligrosos son los ascensores que, responden por detectores de calor. Si

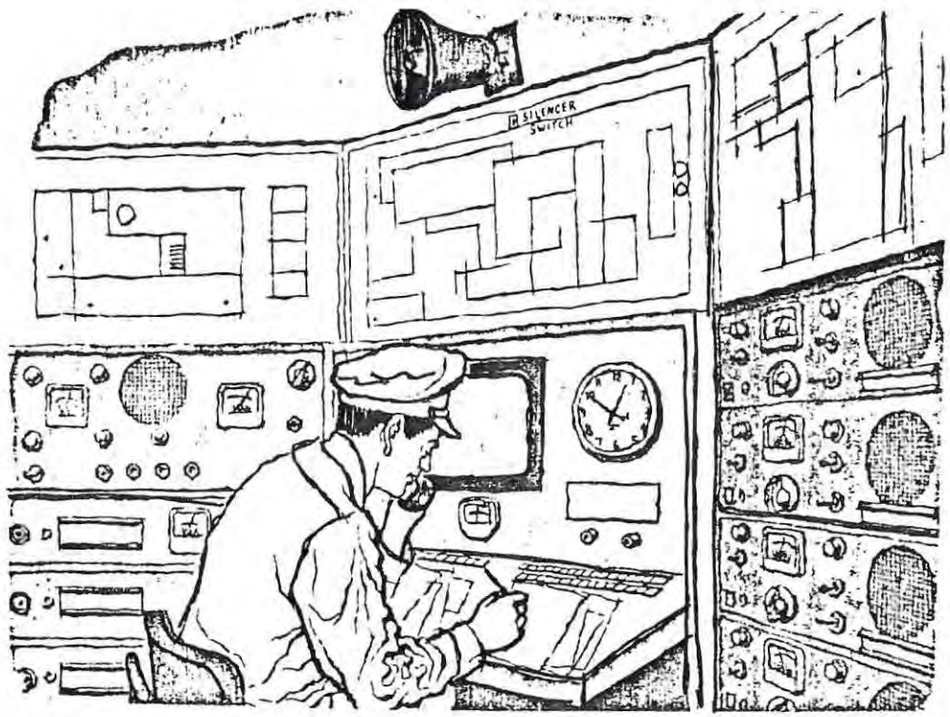
alguien tomara el elevador, sería forzado a detenerse en el piso que se quema y ahí se quedaría (ver incendio de la Torre Santa María).

Debería establecerse un sistema regular de control (por parte de la administración) y de inspecciones (por parte de bomberos) a fin de mantener al sistema en condiciones óptimas de funcionamiento.

Debe establecerse también un programa de simulacros de evacuación, donde se incluya prácticas periódicas de la forma en que deberán desplazarse sus ocupantes hacia las zonas de refugio. El simulacro habrá de incluir desplazamientos progresivos del personal hacia las zonas de refugio. En esta etapa se les deberá explicar a los ocupantes la finalidad del "desplazamiento progresivo", que consiste en mantener a todos ellos a una distancia segura del peligro de incendio sin evacuar todo edificio a la vez.

Los ocupantes deberán ponerse de acuerdo en designar dotaciones para la evacuación de emergencia y a un representante o "coordinador de la evacuación". Esto deberá hacerse por cada piso. Esta persona debe tener ciertas cualidades lógicas como estabilidad emocional, experiencia y conocimiento del edificio y sus sistemas.

En el plan de evacuación del edificio se indicará la forma en que deberá funcionar el centro de control en caso de un incendio y la necesidad de trasladar y evacuar personas. Los des



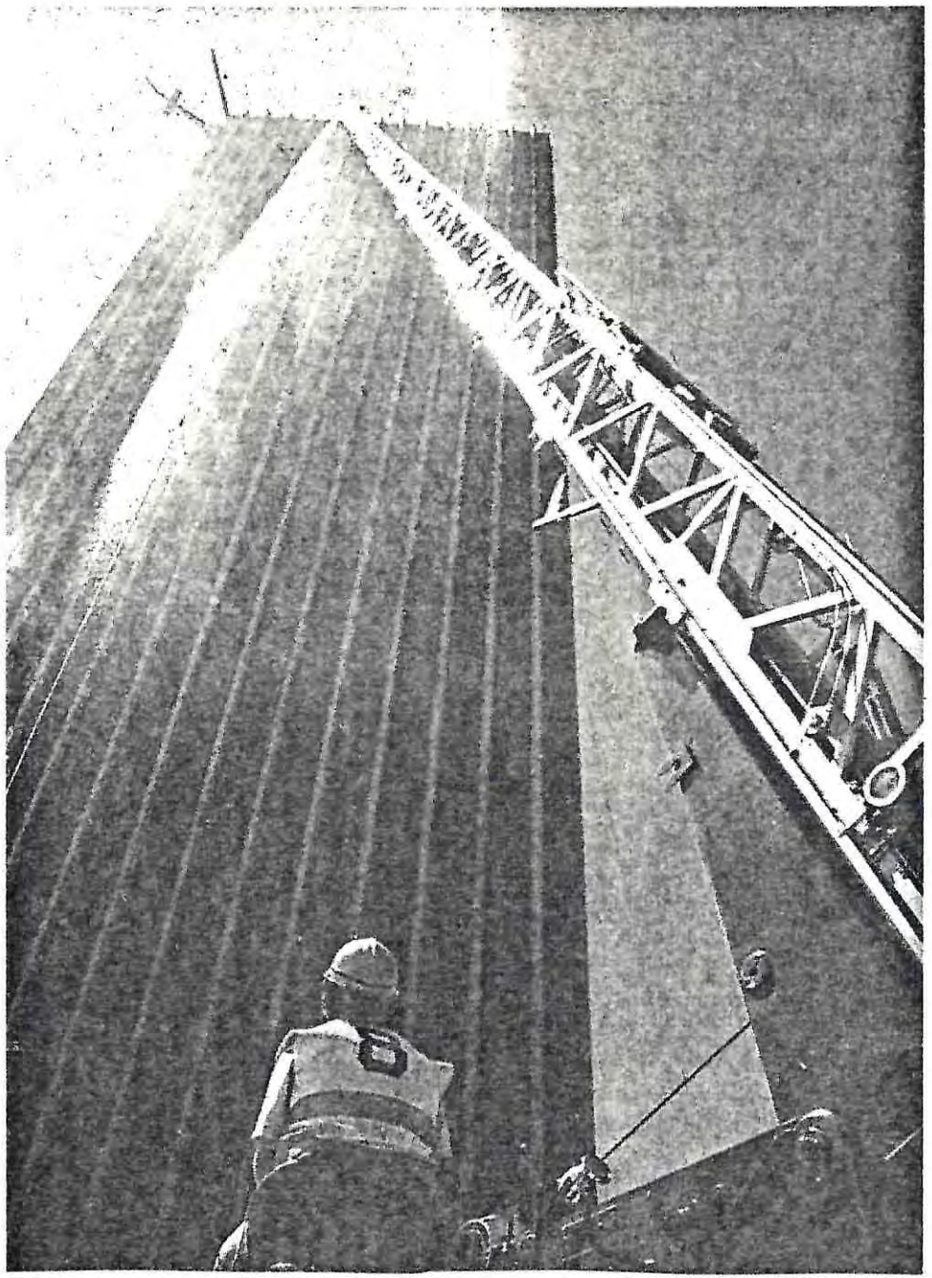
Esquema de un terminal o panel control, operado por un solo hombre.

plazamientos y la evacuación deben ser controlados desde aquí por medio de un sistema de comunicación. Las comunicaciones entre el centro de control y las zonas afectadas, tiene importancia fundamental. La dirección del tráfico debe estar relacionada con la cantidad de personas que hay en cada piso, la cantidad de escaleras de emergencia disponible y la cantidad de pisos que están directamente expuestos al fuego. Para dirigir este tránsito y controlar la cantidad de ocupantes del edificio que desciendan por las escaleras, se puede desiguar escaleras distintas a pisos alternos, (en caso de existir 2 o más zonas verticales) para de esta manera poder contar con un intervalo de dos tramos entre los pisos que se están evacuando. En el piso afectado por la emergencia, la evacuación deberá hacerse hacia la salida disponible que está más cerca y a donde se pueda llegar con seguridad.

La evacuación generalmente se efectuará partiendo del piso donde se produce la emergencia y de los dos pisos que están inmediatamente sobre este, así como también de los dos pisos que están inmediatamente debajo del piso afectado. Estos ocupantes serán dirigidos hacia una zona de refugio y tendrán prioridad para ser desplazados. De ahí en adelante las prioridades de desplazamiento y evacuación serán determinadas en base a las condiciones particulares del fuego y el humo informadas por los equipos de control y evacuación de emergencia de los pisos y por los bomberos. Estas personas tendrán a su cargo el orden durante la evacuación. Una evacuación desordenada complica la situación de

emergencia. Los buscadores deben ser miembros entrenados del equipo de evacuación de emergencia. Deberán controlar baños y las zonas poco frecuentadas de cada piso. Los buscadores deberán confiar sólo en la presencia física y no en la voz de un ocupante que pudiera no encontrarse en condiciones de oir o pudiera estar temporalmente indispuesto o desmayado.

Deben tomarse precauciones necesarias para asegurarse de que los ocupantes salgan del edificio hacia un lugar predeterminado para facilitar el recuento de personas durante la evacuación.

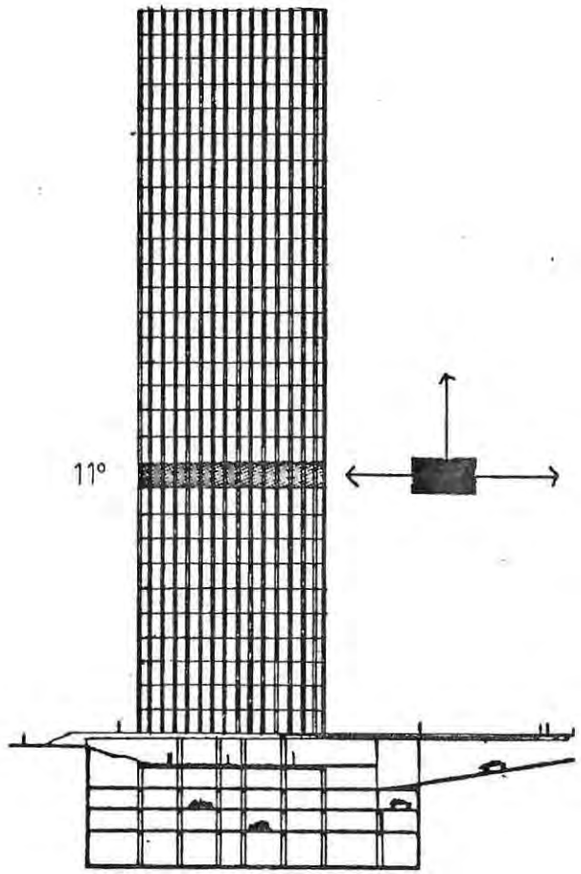


SIMULACRO DE INCENDIO EN LA TORRE SANTA MARIA

III. CAPITULO.

ESTUDIO DE CASOS.

El presente capítulo tiene por finalidad realizar un análisis crítico a incendios en edificios de altura que por su trascendencia o gravedad han quedado en el recuerdo. El análisis de los casos se realizará poniéndo énfasis en los sistemas de protección de la vida humana y su puesta a prueba en la realidad.



elevación de la torre mostrando el piso de origen y las direcciones de propagación.

III. 1. INCENDIO DE LA TORRE SANTA MARIA. *20

El sábado 21 de Marzo de 1981 ocurrió en Santiago un hecho que significó el tomar conciencia de un nuevo problema desconocido hasta el momento en Chile; los incendios de edificios de altura. La evaluación de éste, trajo como consecuencia a los pocos la modificación de la Ordenanza General de Construcciones en lo concerniente a este tema. (D.55 , 31-III-81)

La Torre Santa María fue y sigue siendo el edificio más alto y de mayor tecnología existente en el país. Posee 30 pisos además de 4 niveles subterráneos destinados a estacionamiento. Esta estructurado en base a un núcleo central rígido de hormigón armado, y pilares portantes perimetrales. En el núcleo central se ubican las circulaciones verticales: 5 ascensores en línea y las cajas de escaleras. Estas se encuentran en espacios completamente estancos, con resistencia al fuego de 2 1/2 horas y con puertas de cierre automático de una resistencia al fuego de 30 minutos.

El edificio contaba con sistemas de prevención, combate al fuego y evacuación. El sistema de prevención estaba constituido por una red de detectores de humo en cada piso conectado con el centro de control ubicado en el primer piso. En cuanto a las comunicaciones, tenía citófono de emergencia en cada piso.

El sistema de combate al fuego constaba de un sistema

---

*20, basado en: M. Montiglia R."Protección al fuego en edificios
Diario La Tercera,24,agosto,1986
video del incendio.

de red seca y otro de red húmeda alimentado desde un estanque superior de 20.000 litros de capacidad el cual desembocaba en 2 mangueras de 25 mt. con sus respectivos pistones por piso. Complementan este sistema 2 extintores manuales por piso.

El edificio en condiciones normales debería albergar alrededor de 800 personas, entre 20 y 30 por piso. Debido a ser en un sábado y a no estar todo el edificio ocupado, el personal era reducido, esto sin duda evitó un desastre mayor. La evacuación se realiza por el área de seguridad vertical, hacia y por la cual existía un sistema visible de señalizaciones de las vías de escape. La zona de seguridad es apoyada por un sistema de emergencia de suministro de energía eléctrica, el cual es accionado manualmente desde el centro de control dando energía a la iluminación de emergencia, al sistema de presurización de aire y dirigiendo los ascensores al primer piso.

El incendio se originó cuando trabajadores instalaban alfombras en el piso 11°, utilizando neoprén. Para crear una circulación de aire que disipara los vapores de solvente, se procedió a romper una ventana (estas no se abrían, ya que todo el edificio tenía clima artificial) y abrir mediante una cuña la puerta de cierre automático de la zona vertical. Sin embargo, esta ventilación fue insuficiente y al llegar los vapores a saturar el ambiente, uno de los obreros accionó un encendedor, cuya chispa inflamó los gases produciéndose el incendio, el cual fue alimentado

por las latas de neoprén abandonadas y las alfombras. La ventana rota proporcionó el oxígeno para avivar la combustión. En pocos minutos el piso se llenó de llamas y grandes cantidades de humo producto de la combustión de los elementos plásticos y del pegamento. Al quedar abierta la caja de escala, ésta se llenó de humo y sirviendo además para propagar el fuego a los pisos superiores.

Unas 25 personas atrapadas en los pisos superiores lograron alcanzar la terraza dificultosamente a través de las escaleras invadidas por el humo, desde ahí fueron evacuadas por helicópteros en arriesgadas maniobras, dificultadas por el aire caliente y los humos que ascendían.

Las investigaciones posteriores revelaron que la alarma fue activada en el panel central, lo que motivó la llegada de dos empleados de seguridad al piso siniestrado. Ambos fueron encontrados carbonizados posteriormente. Todos los elementos de apoyo en la emergencia, tales como iluminación, presurización de aire y la inmovilización de ascensores no funcionó, ya que el momento de la alarma, el funcionario a cargo del panel de mando no desconectó el suministro de energía eléctrica, que era el activador de partida del generador de emergencia.

A los 30 minutos de iniciado el incendio llegó el primer carro de bomberos, los que procedieron a atacar el fuego desde dentro y fuera.

El fuego quedó limitado a los pisos 11º y 12º, el cual no aportó mayor carga de incendio por el hecho de encontrarse desocupado.

Los muertos fueron 11, 2 personas presas del pánico se lanzaron al vacío, 5 fueron encontradas carbonizadas en los pisos siniestrados y los cuatro restantes murieron por asfixia al quedar atrapadas en el ascensor, uno de ellos fue un bombero a cargo de la evacuación. En este caso, los ascensores respondieron a dispositivos térmicos de llamada, lo que llevó al ascensor a detenerse en los pisos siniestrados.

Los sistemas de extinción y combate al fuego funcionaron normalmente permitiendo la pronta extinción del mismo. El único detalle que dificultó la operación de los carro-bomba fue la existencia de piletas ornamentales que dificultaron el acercamiento.

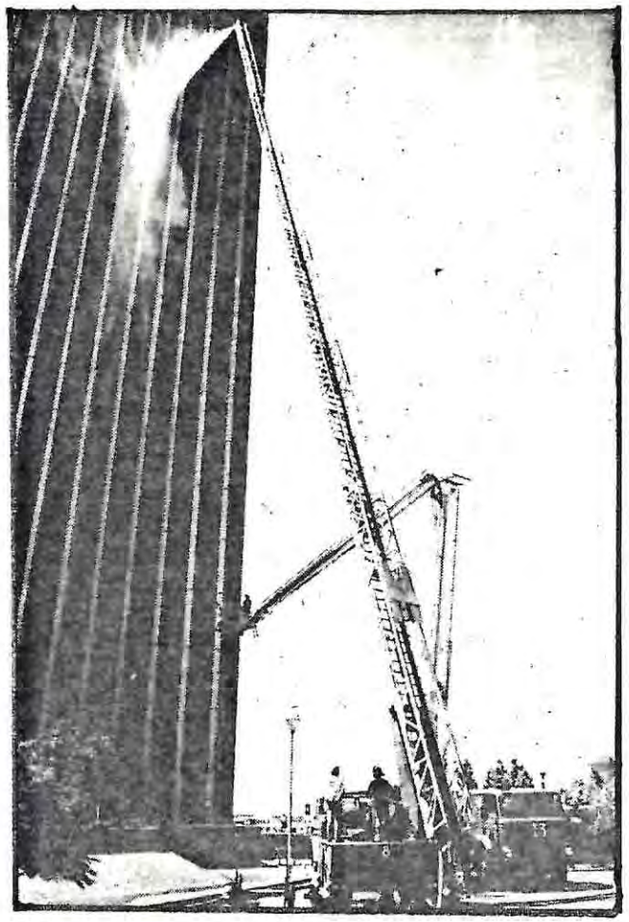
Los usuarios demostraron un desconocimiento de ciertas normas de seguridad, predominando el pánico.

- La primera imprudencia fue el desarrollar el trabajo con solventes en ambientes **sin** una ventilación adecuada, además del fumar.
- El fijar la puerta de seguridad con cuñas.
- El utilizar el ascensor.
- El hecho de que los sistemas de emergencia se accionaran manualmente y no en forma automática. La presurización al ser activa

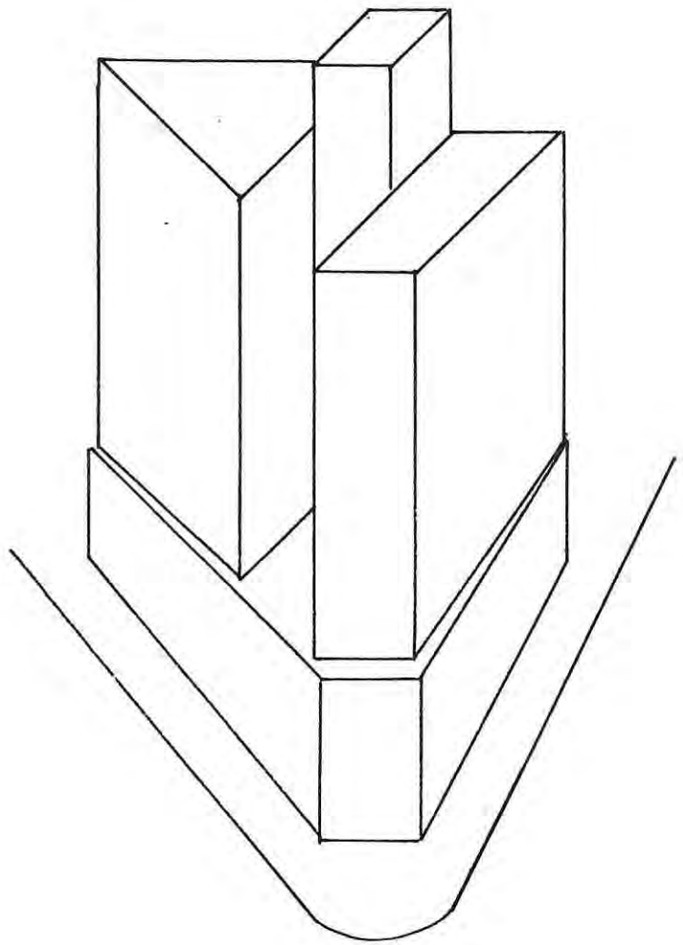
da hubiera impedido o aminorado la invasión de gases y llamas de la zona vertical.

- La ubicación de piletas en los alrededores dificultó el acercamiento de los carros-bomba.

El rescate áereo demostró ser una alternativa valedera aunque arriesgada para evacuar personas.



simulacro realizado con posterioridad al incendio. Todavía subsiste el problema de acceso a la Torre, a raíz de las fuentes de agua y los desniveles.



III. 2. INCENDIO DEL EDIFICIO JOELMA - SAO PAULO *21

El 1º de Febrero de 1974, se produjo en Sao Paulo, Brasil, la mayor tragedia de este tipo. El edificio Joelma contaba con 25 pisos, los primeros eran estacionamientos y los 15 restantes oficinas. Su construcción data de 1972. Tenía un diseño muy particular, se reconocen dos cuerpos y una torre intermedia donde se ubican 4 ascensores y una escalera que daba hacia el exterior. Este era el único espacio de relaciones verticales. Estaba construido en base a H.A. y muros cortina. Si bien su estructura era resistente al fuego, todas las divisiones interiores eran de madera, además todas las oficinas estaban alajadascon alfombras, cortinas y muebles altamente combustibles.

Los sistemas de extinción eran mínimos, no existían red seca ni húmeda ni extintores adecuados.

A las 8,50 A.M. cuando 756 empleados ocupaban el edificio, se dio la alarma de incendio, 10 minutos después llegó el primer carro de bomberos. Se llamó a unidades adicionales las cuales, por lo intenso del tráfico sólo llegaron a las 9,30 horas cuando el incendio ya era de gran magnitud. 700 bomberos, 12 carros bomba y 3 escaleras telescópicas combatían el incendio. Fue imposible que los bomberos penetraran para combatirlo desde dentro, ya que la única zona vertical estaba completamente invadida por el humo y las llamas.

*21, basado en el video del incendio.

Según peritajes posteriores, el incendio se inició en el piso 12º en un aparato de aire acondicionado puesto en una ventana. Desde ahí el fuego avanzó en dos sentidos; hacia afuera al romper las ventanas y hacia dentro, consumiendo todo el piso y llegando a la caja de escaleras, la cual es invadida rápidamente por el fuego. Esta actúa como chimenea llevando las llamas al piso 13º, el cual no aportó mayor carga combustible, pero luego prosiguió en el 14º y así sucesivamente alcanzó todos los pisos. Además el fuego se propagó por la fachada, las llamas subieron lamiendo las ventanas de los pisos superiores.

Algunas personas fueron evacuadas de los pisos superiores por los ascensores antes que el fuego y el humo los inutilizara. 171 personas huyeron hacia a la azotea esperando ser evacuados por los helicópteros, los que no pudieron aterrizar, ya que no encontraron ningún espacio libre en la terraza, y en caso de haberlo, el aire caliente y el humo hubiese imposibilitado la acción. De estos, sólo 81 sobrevivieron, 41 personas sacadas por las escaleras telescópicas de bomberos, pero muchos cayeron al vacío cuando se descolgaban por el exterior para alcanzarlas. Otros que quedaron atrapados en los pisos siniestrados se refugiaron en los baños, metiéndose en las tinas con agua, pero cuando el humo lo invadió, todos murieron afixiados. Algunos presos del pánico se lanzaron al vacío con la esperanza de sobrevivir a la caída, 40 personas murieron de esta forma, 30 después que el incendio terminó, ya que el humo seguía manando y no había comunicación ha

cia ellos. Como saldo final, murieron 179 personas, siendo esta la mayor tragedia de este tipo en la historia.

Sin duda muchos fueron los factores que desencadenaron la tragedia:

- Inexistencia de una adecuada compartimentalización que confinara el fuego a su lugar de origen.
- Inexistencia de sistemas y equipos de prevención y combate adecuados.
- Inexistencia de una zona vertical de seguridad. Si la hubiese habido, se habrían evitado casi todas las muertes. Existía una sola alternativa de evacuación, las escaleras y los ascensores de la torre central. Al inutilizarse estas,no quedaban otras vías de escape, obligando a los ocupantes de los pisos superiores a refugiarse en la terraza, movilizándose a través de las escaleras llenas de humo.
- Terrazas inadecuadas para el posible aterrizaje de helicópteros.

III. 3. INCENDIO DE LA EMBAJADA DE CHILE EN CARACAS. *23

TORRE CENICA.

El 3 de Marzo de 1986, un devastador incendio destruyó completamente la Embajada de Chile en Caracas, Venezuela.

Causó 15 muertos, en su mayoría ciudadanos chilenos, y cuantiosos daños en la representación diplomática.

Caracas, es una ciudad que ha crecido en los últimos 30 años, de los 300 mil habitantes, a 3 millones. Hace sólo 12 años sacó su primera Ordenanza de Construcciones. Recién, en 1974 se estableció con un decreto de la época, la norma que exigía cumplir con ciertos requisitos; creaba una comisión para normas y entregaba la tuición a Bomberos para supervisar su cumplimiento. Esto obligó a los cuerpos de bomberos a organizar departamentos de arquitectura e ingeniería, para tener capacidad de revisar los cumplimientos de todas las exigencias. Dicha norma fue derogada en 1984 y reemplazada por nada en lo que respecta a supervisión.

Algo similar pasa en Chile. Si bien los cuerpos de bomberos están facultados para revisar el cumplimiento de las normas, éstos no tienen los medios necesarios para hacerlo. Además los supervisores se encuentran en la dificultad de tener que pedir autorización a los administradores para revisar, ya que los espacios comunes de los edificios se consideran como recintos privados.

---

* 23, basado en : Diario El Mercurio, 24 ,agosto, 1986.

La Torre Cénica, estaba a sólo tres cuadras de la Estación 2 de Bomberos. Si bien esta unidad estaba relativamente cerca y llegaba muy rápido al incendio, la unidad más cercana, el Destacamento 6 estaba a 30 cuadras y el apoyo del Cuartel Central a no menos de 60 cuadras en línea recta.

La vía elevada construida por las obras del Metro se extendía desde antes del edificio hasta pasado el mismo, por lo tanto, lo que estaba bajo el edificio eran las excavaciones y la Avenida Elice. En otras palabras, la fachada del edificio presentaba serios problemas por sus dos costados.

El edificio "Cénica", tiene 16 pisos, y en el último estaba la embajada.

El incendio empezó en el primer piso donde están ubicados los tableros eléctricos, el humo del primer piso subió a lo largo de la caja de escaleras hasta el último piso y, a su vez el calor generado por el mismo incendio, subió por el ducto de los ascensores hasta llegar a la parte superior.

En la planta baja, los tableros eléctricos estaban colocados tan estratégicamente que producido un problema en ellos nadie podía entrar ni salir del edificio. Cualquier problema en dicho sector cerraba la posibilidad de auxilio como de evacuación hacia el exterior.

Los tableros eléctricos, además tenían un pequeño y muy importante detalle. Al edificio, que había sido construido

antes del año 74, es decir, antes de la nueva Ordenanza, se le habían adicionado nuevos elementos. Además tenía un grave defecto de partida; fue diseñado para edificios de departamentos y "mágicamente", transformado en edificio para oficinas, sin que haya sido reforzada la instalación eléctrica.

El humo y el calor coparon la caja de escaleras y los ascensores y la gente fue impulsada hacia arriba, porque no tuvo como bajar. El humo, de una gran toxicidad inundó por completo la caja de escaleras. "Los sobrevivientes dijeron que el humo era negro y tan denso, que la gente no se veía sus propias manos".

La temperatura que se generó en la caja de los ascensores, derritió completamente el sistema de plástico, lo que claramente indicó de donde provino. En el piso décimo, las estructuras plásticas de los techos de los ascensores que sirven para indicar la bajada o subida, quedaron derretidas. En las mismas condiciones estaban las puertas de los ascensores en cada uno de los pisos del edificio.

La Embajada de Chile ocupaba el total del piso, por lo tanto, su sistema de seguridad estaba en la puerta. No se pudo ubicar la llave de una reja que cerraba este acceso para sacar a la gente que había quedado encerrada.

En el interior de la embajada, la destrucción fue total. Se estimó que el calor generado por el incendio en ese piso debe haber sido de 600 a 1.000 grados centígrados. Esto se comprobó por el "desconche" del hormigón, cuando perdió la hume-

dad. Ello sucede a los 1.000 grados, los bomberos locales lo calcularon entre 1.400 y 1.500 grados.

La gente de los pisos superiores no tuvo forma de saber que había un incendio en el edificio porque los sistemas de emergencia saltaron junto con el tablero eléctrico. (Ver incendio de la Torre Santa María)

"De repente, la gente siente sirenas, llegan bomberos, y entonces comienza a bajar. Alcanzó a bajar aproximadamente hasta el piso 8º o' 9º y ahí se encontró con un muro compacto de color negro que subía. Era el humo del cable eléctrico del sistema plástico, el cual es altamente tóxico.

La gente se vió obligada a subir a los pisos superiores. Subió por la escalera y llegó hasta la puerta que les daba acceso a la azotea, la que estaba cerrada por factor seguridad. El humo y el calor llegaronhasta esa parte. La gente que allí se quedó se desvaneció, perdió el conocimiento por el humo y algunos decidieron volver al interior de la embajada, donde por lo menos tenían aire para poder respirar, asomados a una ventana".

La gente que estaba en las escaleras, perecían por asfixia y luego, se quemaron completamente cuando la masa de calor que llegó hasta arriba, empezó a bajar y buscar por donde salir.

El incendio no se ventiló en ningún instante y la masa de calor y gases, se concentró en el último piso y de ahí bajó buscando una salida. Las tapas de las cajas de los ascensores en la terraza, quedaron calcinadas.

La azotea no tenía más de 5 metros de ancho por 30 metros de largo. Por lo tanto, los helicópteros no pudieron entrar ni posarse, porque hubieran chocado con las estructuras vecinas delos edificios o contra las impresionantes corrientes de aire.

Todo el interior de la embajada estaba dividido en base a paneles. Los únicos compartimentos sólidos eran los dos baños, en los cuales se congregaron los ocupantes por su mayor posibilidad de resistencia. El resto eran alfombras, cortinas, elementos de material ligero, sintéticos para el aire acondicionado, etc...

Los bomberos llegaron por la escalera hasta el piso 13 pero no tuvieron agua, porque no hicieron armada de mangueras ni interior, ni exterior propias, sino que emplearon los elementos del edificio. La línea de manguera en el piso 13 fue conectada a la red seca del piso, alimentada desde la calle, pero todas las llaves estaban abiertas y hubo que cerrarlas piso por piso.

Comenzó aproximadamente a las 4,30 horas de la tarde, la alarma se dio 10 minutos para las 5, la primera unidad estuvo en el lugar dos minutos más tarde. Se dio una alarma general y el material comenzó a concurrir a las 5 y media. Es decir, una y media hora después.

Entre las 17,30 horas y 17,50 horas, los bomberos llegaron hasta el piso 13, donde armaron la línea, pero se encontraron con que no tenían agua.

La reja de la embajada estaba cerrada y los bomberos no tenían agua, por lo tanto, no podían enfriar el sector para poder entrar y avanzar. Tampoco tenían ninguna herramienta, ni siquiera un fierro que les permitiera hacer saltar la reja. Tampoco estaban dotados de equipos de penetración para incorporarse a un ambiente de 600 a 700 grados, donde había un fuego muy violento. Apenas sí tenían su uniforme de trabajo, dos o tres contaban con equipo de presión, alcual se le estaba acabando el aire. Tampoco tenían ningún elemento que estuviera en condiciones de usar para, una vez ingresados en el interior de este recinto entrar en el baño y sacar a las personas que allí se encontraban refugiadas.

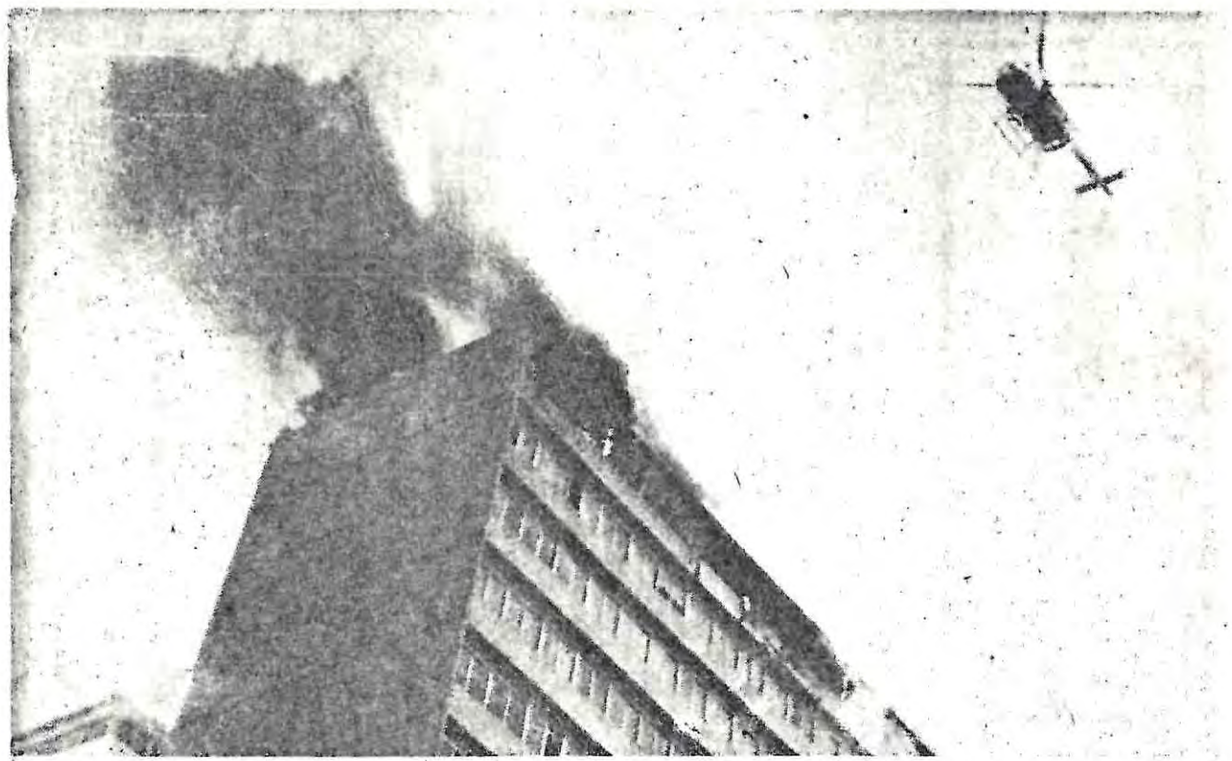
El baño donde estaba el personal era una sala dividida en dos partes, una pequeña cocinilla y después el baño propiamente tal. Ellos estaban en una atmósfera propia y si se hubiera abierto la puerta para sacarlos, el efecto "Flash Over" los hubiera calcinado.

Desde la ventana del baño los empleados veían a la gente en la azotea del edificio de enfrente, en la parte posterior del edificio. Desde allí pidieron ayuda a los bomberos que habían armado una línea sobre el edificio próximo, distante no más de 8 metros.

Pero ahí bomberos repitió el mismo error del edificio principal, es decir, instaló sus mangueras a los sistemas pro-

pios del edificio, que estaba con los mismos problemas.

En el lapso de las 17,50 y las 18,00 horas, las personas asomadas a las ventanas, con pañuelos, porque el humo se hace cada vez más negro, ve como avanza el fuego de ventana en ventana. El grupo, refugiado en ese rincón, disminuye gradualmente por asfixia, hasta que la última persona asomada, se prende completamente.



SE PUDIERON SALVAR.— *Desde el edificio que se ve a la izquierda, se pudo haber salvado a la totalidad de las personas atrapadas en la Embajada de Chile en Caracas, según la investigación oficial chilena.*

III. 4 . INCENDIO DEL HOTEL DE LA METRO GOLDWYN MAYER, EN LAS VEGAS. *22

El 21 de Noviembre de 1980, sonó la alarma de incendio en este Hotel, abierto en 1973 y que contaba con más de 2.000 habitaciones. Compañías de todas partes llegaron a combatir el fuego. Este se inició en el restaurante del primer piso, presumiblemente en un cortocircuito. Luego se propagó al casino, donde las mesas de juego, cortinajes, alfombras y adornos hicieron que el incendio tomara gran magnitud. Por la composición plástica de la mayoría de los materiales, el incendio tuvo una gran producción de humo y fue éste el que ocasionó los mayores problemas. Todas las zonas verticales estaban comunicadas y no existían sistemas de evacuación de humos en la parte superior, esto provocó un fenómeno de reciclaje. El humo llegaba a la parte superior y se devolvía por los ductos verticales a su lugar de origen. Todo se llenó de un humo espeso por lo que fue difícil encontrar las salidas.

Mucha gente fue evacuada por los helicópteros desde la terrazas y balcones ya que la forma del edificio lo facilitaba. De los helicópteros colgaban jaulas metálicas en donde eran evacuadas las personas.

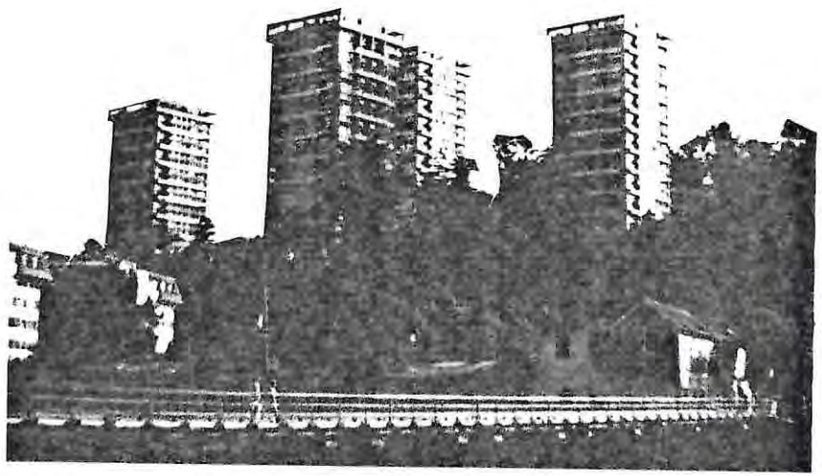
Hubo 85 víctimas fatales, 70 de las cuales murieron por los efectos del humo y los gases tóxicos.

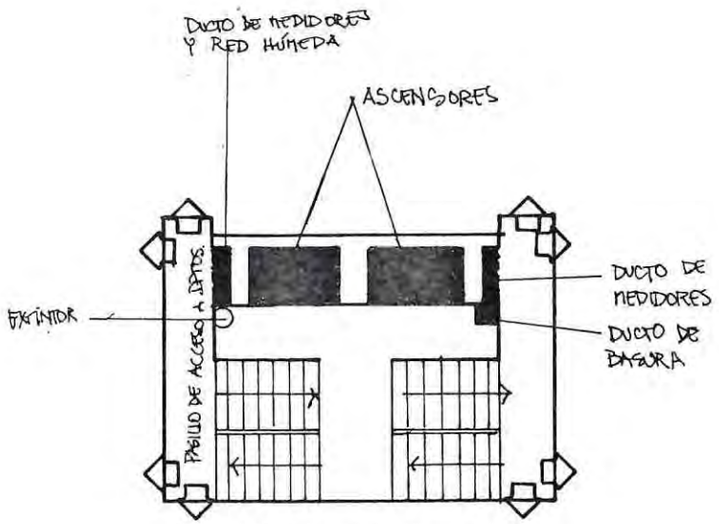
El incendio de un Hotel nos presenta un nuevo problema;

*22, basado en el video del incendio.

los pasajeros no conocen el edificio ni están familiarizados con las rutas y los escapes, lo que sumado a un ambiente invadido por el humo, provocan pánico y gran desconcierto, tal como en este caso, donde la gente no sabía que hacer ni hacia donde huir. En estos casos deben multiplicarse los sistemas de detección y señalización. El diseño de las rutas de escape deben ser sumamente claras. Sería lógico que en todos los pisos y habitaciones hubiesen instrucciones escritas y planos esquemáticos del piso, indicando las salidas en caso de emergencia.

De los ejemplos anteriores podemos deducir la importancia de que los edificios de altura cuentan con una zona vertical de seguridad, donde los ocupantes pueden evacuar el edificio o permanecer en ella protegidos del fuego y el humo. En los ejemplos anteriores queda claro que un gran porcentaje de muertes habrían sido evitadas de haber existido una zona vertical de seguridad que cumpliese correctamente su labor.





núcleo central de la torre

III 5. CONJUNTO HABITACIONAL QUINTA CLAUDE, VIÑA DEL MAR.

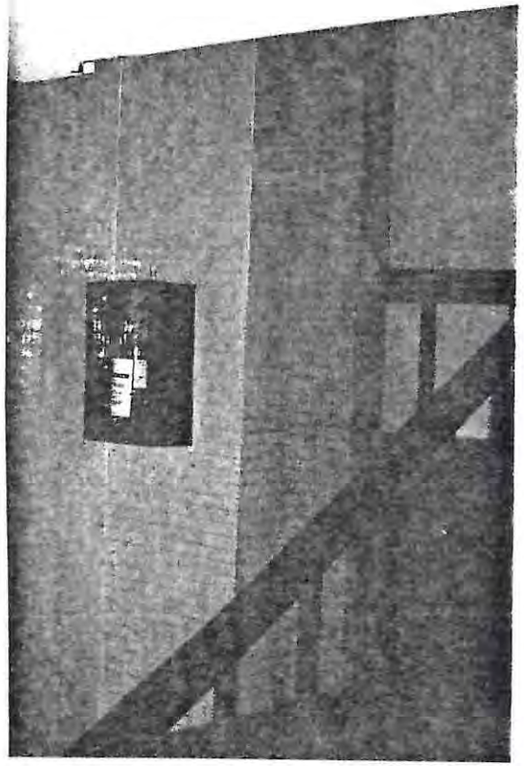
La actual Ordenanza no obliga a modificar aquellos edificios construidos antes de su vigencia. Las disposiciones anteriores demostraron ser totalmente insuficientes. Debería legislarse al respecto, obligando a los propietarios a la realización de una inspección técnica de los edificios, que señalan las posibles mejoras que se les puede introducir, para que por lo menos se logre un grado de seguridad aceptable.

Como ejemplo típico de la peligrosa situación en que se encuentran los edificios construidos antes de la vigencia de las actuales normas, se puede citar el caso de la Quinta Claude.

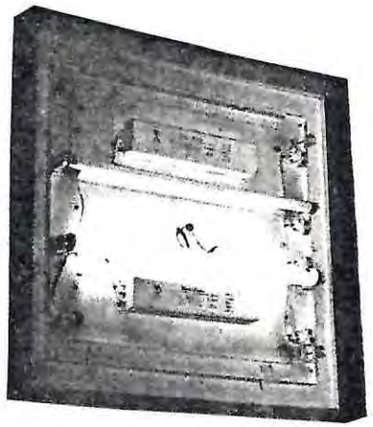
Este conjunto ubicado en el barrio Chorrillos de Viña del Mar, está formado por 4 torres de 22 pisos cada una, ubicados en la falda de un cerro.

TIPOLOGIA: Las torres de Hormigón armado, poseen un núcleo central rígido, donde están situados los ascensores y la caja de escalas. Tienen planta cuadrada de 20x20 m.

CAJA DE ESCALERA: Sólo poseen 1 caja de escalera, la cual es iluminada artificialmente. Desde ella se accede a los departamentos Los medidores de gas, agua y luz se encuentran en este lugar.



extintor



iluminación de la caja de escaleras. No hay iluminación de emergencia.

ASCENSORES: Poseen 2 ascensores, que llegan a los medios pisos. No hay avisos que adviertan sobre los posibles peligros que encierra el uso de ascensores durante un incendio.

ASCENSOR DE SERVICIO: No hay.

ESTANQUE DE AGUA EN EL TECHO: No hay.

SISTEMA HIDRONEUMATICO: No hay.

RESCATE AEREO (Terraza): Resulta imposible, ya que la terraza está poblada de secadores y el espacio restante no tiene la dimensión adecuada.

ACCESIBILIDAD: Tres de las torres tienen acceso expedito para los carros bomba a tres de sus fachadas, la cuarta torre sólo tiene acceso a una de ellas.

CORTAFUEGOS HORIZONTALES: Losas de H.A.

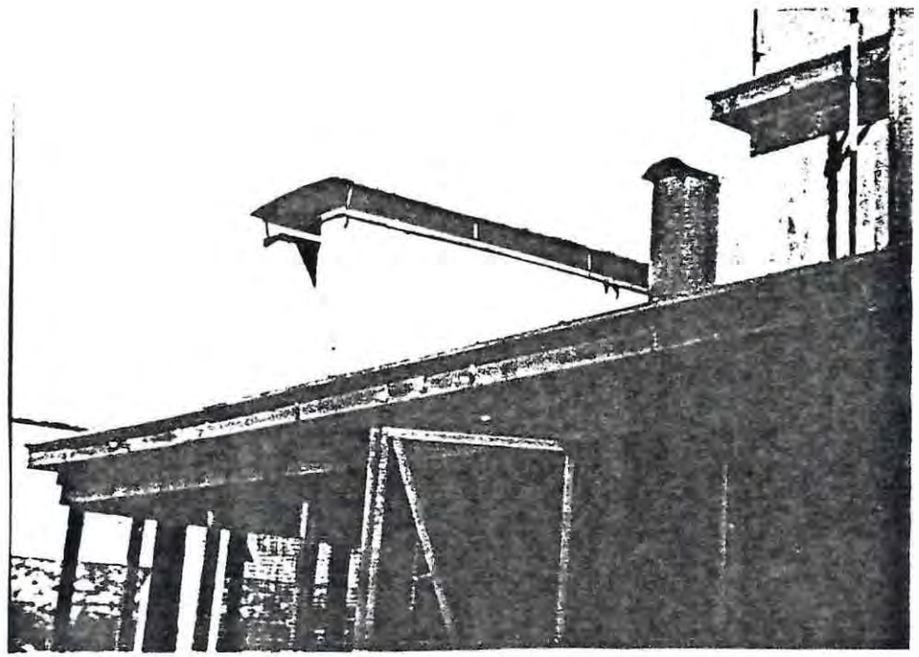
CORTAFUEGOS VERTICALES: Muros de H.A. interiores.

ESCALERAS: La caja posee 2 escaleras de H.A. de 1,20 cada una. Están cubiertas de revestimiento plástico combustible.(los peldaños)

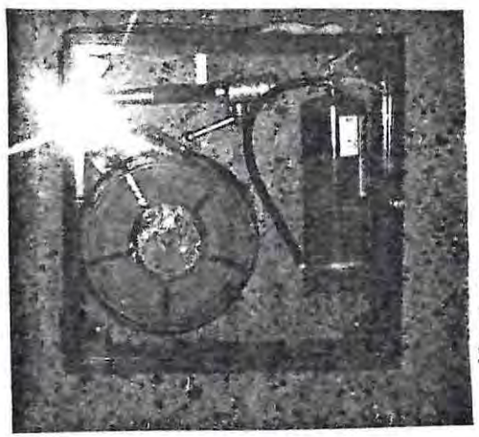
ZONA VERTICAL DE SEGURIDAD: No existe.

ADECUADAS VIAS DE ESCAPE: No existen.

BALCONES O SALIENTES: Las fachadas poseen abundantes salientes, lo que dificultaría la propagación por la vía exterior.



ventilaciones de los ductos.



extintor y manguera para red húmeda.(hay sólo una por torre)

VENTILACION DE LA CAJA DE ESCALERAS: La ventilación natural es inadecuada ya que se efectúa a través de los ductos que conducen las cañerías de gas, agua y electricidad, y a través de las aberturas en las puertas que acceden a la terraza. No existe sistema de presurización.

ALARMA: No existe alarma automática ni manual.

DETECTORES DE HUMO, CALOR O LLAMAS: No existen.

SISTEMA ELECTRICO DE EMERGENCIA: No existe.

RED HUMEDA: Existe una red húmeda con tubería de 3", con salidas piso por medio. Pero sólo existe 1 manguera por edificio en el primer piso. En caso de incendio, habría que transportar esta manguera al piso amagado.

RED SECA: No existe.

RED INERTE: No existe.

EXTINTORES SUFICIENTES: Si, hay uno cada dos pisos.

PROGRAMA DE EVACUACION: No existe, los habitantes en general no están preparados para enfrentar la emergencia, sólo los vigilantes y el personal de servicio estarían instruidos para ello.

Además los edificios no poseen llave de corte del suministro de gas, sólo existe 1 llave de corte para todo el conjunto y está ubicada a más o menos 400 metros de él.



En caso de haber un incendio en algún piso, éste no tardaría en llegar a la caja de escaleras, invadiéndola el humo, los gases y el calor. El fuego se propagaría rápidamente por esta vía y la gente no tendría ninguna posibilidad de atravesar el piso amagado cuando el fuego haya invadido la caja de escaleras, debiendo huir hacia la terraza por escaleras llenas de humo. En caso de poder llegar a ella (primero tendrían que derribar la puerta, ya que permanece cerrada), no tendrían ninguna posibilidad de salvación ya que los helicópteros no podrían evacuarlas. Sólo se quedarían esperando morir o que el fuego pudiese ser sofocado a tiempo. Otros tomarían los ascensores, con todo el riesgo que ello implica.

Esta es la triste realidad. Este edificio y muchos otros son trampas mortales para sus habitantes, los cuales sólo están resguardados por el factor suerte.

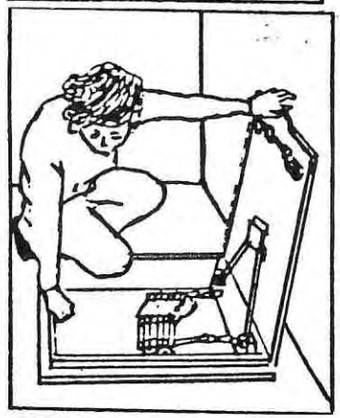
PROPOSICION:

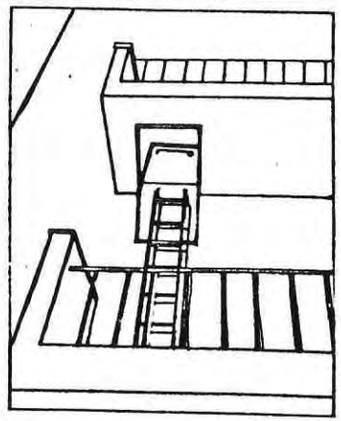
Para mejorar las condiciones de seguridad de estas torres se propone lo siguiente:

a) Dotarlas de un sistema adecuado de detectores de incendios.
b) Poner un generador de emergencia.
c) El sistema de red húmeda que posee el edificio tiene tubería de 3". Se podría hacer una mezcla entre red húmeda y red seca. Es decir, sacar una copla a la cual se pudiese conectar Bomberos para introducir agua a la red húmeda. Además habría que do-











tár todas las salidas de mangueras adecuadas.

e) Mejorar la ventilación de la caja de escaleras. Esto se puede lograr abriendo una ventilación adecuada en la parte superior la cual se accionaría automáticamente en caso de incendio, con posible control manual por parte de Bomberos. Además se podría complementar con un sistema de presurización.

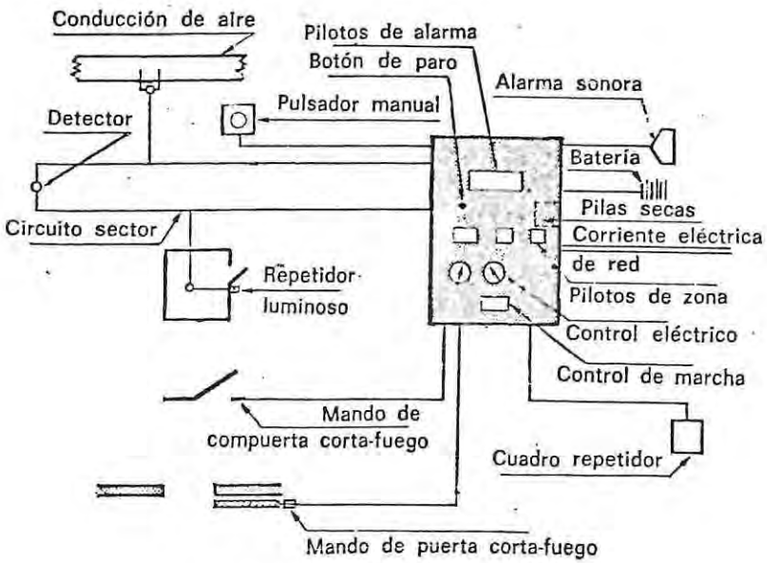
f) Los ductos contienen los medidores y canalizaciones y están actualmente cerrados con puertas de madera terciada. Se deberían reemplazar éstas con puertas resistentes al fuego y al paso de humos y gases.

g) Poner una llave de corte de gas en cada torre.

h) Cambiar todas las puertas que llegan al núcleo central, por puertas con buena resistencia al fuego y de cierre automático (con resorte de retorno). Estas pueden ser de madera maciza.

i) Para la evacuación por el exterior, se pondrían escaleras extensibles en las cuatro fachadas (ver gráfica)





DETECCION DE INCENDIOS

IV CAPITULO: PRINCIPIOS DE LA PROTECCION.

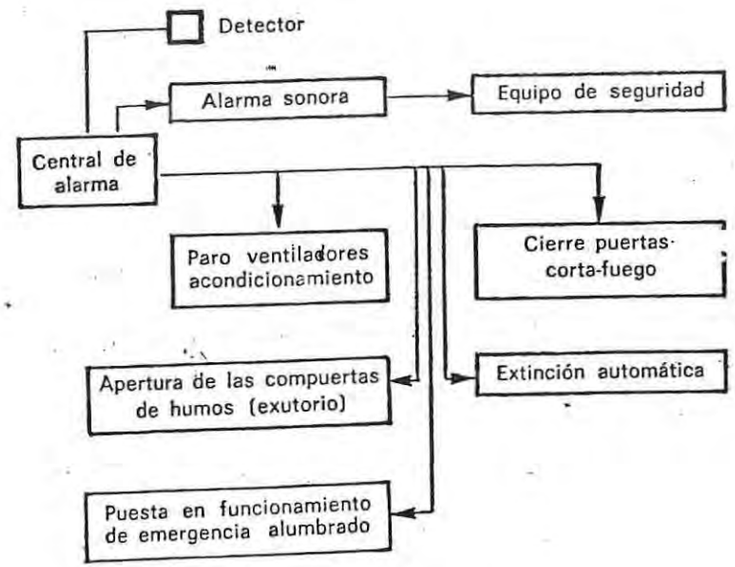
IV.A. FACTOR EQUIPAMIENTO.

IV.A.1. DETECCION Y ALARMA. *24

Una instalación de detección de incendios tiene por objeto percibir las manifestaciones físicas que acompañan al inicio de la combustión. El aparato detector emite una señal que es transmitida a la central de alarma donde, convenientemente amplificada, pone en marcha una alarma acústica y luminosa. La instalación permite igualmente la puesta en marcha automática de otras instalaciones de seguridad: cierre de puertas cortafuego, parada del sistema de aire acondicionado, puesta en marcha de los aparatos de extinción automática etc...

La Ordenanza obliga la existencia de un sistema de detección y alarma que permite alertar simultáneamente a todos los usuarios en caso de incendio. Esto último es negativo ya que al alertarlos a todos se copan los medios de evacuación. Debería alertarse secuencialmente desde aquellas con más riesgo a los de menor riesgo, para evitar atochamientos.

*24, basado en : R. Bayon. "La protección contra incendios en la construcción".



ALARMA AUTOMATICA

A.1.1 ESQUEMA DE UNA INSTALACION.

Una instalación se compone de los elementos siguientes

-Detectores de un tipo apropiado, dispuesto convenientemente en número suficiente y cada uno con una lámpara de señalización para indicar su funcionamiento.

-Conducciones eléctricas de conexión entre los detectores y la central de alarma, recorridas permanentemente por una corriente de vigilancia.

-Una central de alarma sonora y luminosa que, indicando el sector siniestrado, o la avería de la instalación se alimenta directamente de la red y es capaz de accionar diferentes automatismos.

-Una fuente de alimentación autónoma que asegure el funcionamiento de la instalación de 10 a 15 horas en caso de fallo de la red eléctrica exterior.

-Una alimentación especial que indique un fallo en cada una de estas dos fuentes de energía.

La instalación puede estar complementada por pulsadores de alarma manuales y una conexión automática con un centro de control del edificio.

A.1.2. TIPOS DE DETECTORES.

Las manifestaciones de un incendio en su inicio difieren según el producto combustible. La rapidez y su orden de aparición varían grandemente, aunque estos fenómenos son sensiblemente los mismos: emisión de gases y de humos calientes, llamas brillantes, aumento de la temperatura. Esto implica la formación de una nube de aire caliente en el techo, lugar donde generalmente deben colocarse los detectores.

Cada aparato ha sido probado para reaccionar frente a cada una de las manifestaciones delfuego:

-La elevación de la temperatura se capta mediante los detectores térmicos o termovelocimétricos (combustión viva sin llamas).

-La emisión de humos o de gases de combustión es analizada por detectores iónicos (combustión lenta).

-Las llamas son detectadas por detectores ópticos (combustión viva).

A.1.2.1 DETECTORES TERMOVELOCIMETRICOS.

Estos reaccionan el aumento rápido de la temperatura. Están generalmente constituidos por dos tubos concéntricos: la dilatación del tubo exterior, más rápida que la del tubo interior, entraña el funcionamiento del contacto de la alarma. La alarma es provocada por una elevación de temperatura superior a 5°C por minuto, pero esto puede modularse en función de condiciones particulares.

Un detector de este tipo protege una superficie del orden de 20 a 30 m^2.

A.1.2.2 DETECTORES TERMOSTATICOS.

Estos funcionan cuando la temperatura ambiente alcanza un valor fijado de antemano en el regulador. Estos son modelos más antiguos. Su seguridad es grande para los fuegos corrientes pero no detectan, por el contrario, los fuegos de evolución lenta.

La superficie protegida por un detector de este tipo es del orden de 50 m^2.

A.1.2.3 DETECTORES DE HUMO (por variación de la ionización).

Los detectores de humo están constituidos por una cámara en la que el aire ambiente es aspirado y analizado. Este análisis está basado en el hecho de que en un medio ionizado, la presencia de gases de combustión entraña una disminución de la intensidad de corriente que atraviesan el medio en cuestión, lo que desencadena la alarma.

A.1.2.4 DETECTORES DE LLAMAS.

Estos son, debido a su célula foto-eléctrica, sensibles a la radiación de las llamas debidas a combustiones vivas. Reaccionan a los rayos caloríficos (infrarrojos) y a ciertas reacciones luminosas (ultravioleta).

Es aconsejable colocarlos en los muros en lugar del techo de los locales para evitar que su funcionamiento quede retardado por los humos o por el vapor de agua que se forma por encima de las llamas. En ningún caso la visión de la célula debe ser interrumpida por un obstáculo.

Su campo de acción es de 15 m. para una llama de 10 cm

A.1.2.5. DETECTORES LASER.

Detectores basados en el principio de la corriente láser, están en curso de experimentación práctica. El láser es una radiación luminosa monocromática perfectamente rectilínea y que es desviada por el menor obstáculo.

Con este sistema se consigue la detección de todas las formas de incendio desde su inicio.

A.1.3 CENTRAL DE ALARMA.

La central de alarma es el aparato que registra las indicaciones dadas por los detectores y las transforma en señales luminosas y sonoras para llamar la atención del vigilante. Este debe estar situado siempre en un local de vigilancia permanente denominado centro de control.

Está constituido por un armario metálico con cierre de seguridad protegido contra el polvo y la humedad. En el interior se agrupan el conjunto de dispositivos eléctricos que aseguran el funcionamiento de la instalación. Dispone de un panel en el que están dispuestas las señales luminosa que indican la zona en la que un detector ha funcionado o bien si existe alguna avería.

El panel de mando sirve igualmente para otras funciones. Puede dar la alarma a través de una línea telefónica especial.

IV A.2. ILUMINACION DE SEGURIDAD *26

ARTICULO 99: "Todos los edificios de 7 o' más pisos, y también los que contengan locales de reuniones con capacidad para 300 personas o más, deberán contar con sistema automático de alumbrado de emergencia, independiente de la red pública, para los efectos de iluminar las vías de escape. Las canalizaciones eléctricas, y/o los aparatos y artefactos empleados en el sistema, deberán disponerse de manera tal que aseguren una resistencia a la acción del fuego durante una hora a lo menos!

"Sin perjuicio de lo anterior, en los edificios de 7 o' más pisos y los destinados a locales de reunión de personas, de cualquier capacidad, o destinados a comercio o industria, se deberá consultar un espacio para instalar los empalmes eléctricos con resistencia mínima de 2 horas a la acción del fuego. En estos recintos se deberá contar con dispositivos que permitan una fácil desconexión del sistema eléctrico cuando sea necesario."

*26, basado en: R. Bayon. "La protección contra incendios en la construcción".

A.2.1 CATEGORIAS DE ILUMINACION* 26

Hay tres tipos de iluminación que se utiliza normalmente en los establecimientos industriales, administrativos o que reciben público:

ILUMINACION NORMAL:

Es la iluminación eléctrica utilizada en actividades corrientes y donde la intensidad debe ser suficiente para garantizar la seguridad en el trabajo y la circulación. Reemplaza a la iluminación natural cuando es insuficiente o es necesario.

ILUMINACION DE REEMPLAZO:

Es una iluminación que garantiza la continuidad de la actividad en caso de avería en la iluminación normal. Su existencia es relativa a la función del local. Es obligatoria para salas de operaciones, quirófanos y sus anexos.

ILUMINACION DE SEGURIDAD:

La iluminación de seguridad debe permitir la evacuación segura y rápida del personal o del público, debe evitar el pánico resultante de la ausencia de luz y permitir la intervención de los socorros. Su funcionamiento tal como señala la Ordenanza, debe ser completamente independiente de la red pública y de la ilu-

* 26, basado en: R.Bayon."La protección contra incendios en la construcción".

minación normal. Se distinguen las siguientes categorías:

a) Iluminación de Ambiente: Es aquella que permite distinguir el entorno o alrededores.
b) Iluminación de Circulación: Baliza los itinerarios permitiendo llegar a la vía pública, la potencia se establece en función del aforo.

Esta iluminación debe ser obligatoria para dependencias, pasillos y escaleras sin iluminación de ambiente, los focos luminosos deben disponerse de forma que la distancia entre una persona y el foco más cercano no exeda de 15 metros. Deben disponerse lo más bajo posible para que no las oculte el humo.

c) Iluminación de reconocimiento de los obstáculos: Señalizar las dificultades que puedan perjudicar el camino hacia las salidas peldaños, etc.
d) Iluminación de Señalización: Indica las puertas y salidas de emergencia; debe ser visible para el público desde cualquier punto.
e) Iluminación de pánico: Utilizada en las salas de espectáculos (teatros, cines) garantiza una iluminación de ambiente en caso de corte de la iluminación normal que entraña oscuridad total generadora de pánico.

La iluminación de seguridad debe ser eléctrica obligatoriamente; su alimentación debe garantizarse por una fuente independiente del sector, constituida por un grupo electrógeno, una

batería de **acumuladores**, o, en las pequeñas instalaciones, por pilas secas.

La iluminación debe permitir "ver claro" y se basa en una potencia de 0,5 W/m^2 de superficie del local con una eficacia de 10 lúmenes por watio. Los aparatos de balizamiento hacia las salidas deben colocarse cada 30 m. como máximo; cada uno debe dar un flujo luminoso de 60 lúmenes (equivalente a una ampolleta de 1,5 W.).

$IV_{A.2.2}$ FUENTES DE ENERGIA *27

Cabe señalar que la energía no sólo alimenta la iluminación de emergencia, sino también otros sistemas (presurización del aire, alarmas, comunicaciones de emergencia, etc...)

Existen tres posibilidades de alimentación:

-Una batería central de acumuladores mantenida constantemente en carga, que suministre corriente continua y pueda completarse con un alternador que la transforme.

-Bloques autónomos de iluminación constituidos por lámparas alimentadas cada una por una batería individual mantenidas en carga Este sistema sólo serviría para la iluminación de emergencia.

-Un grupo electrógeno, motor térmico generalmente diesel, con alternador.

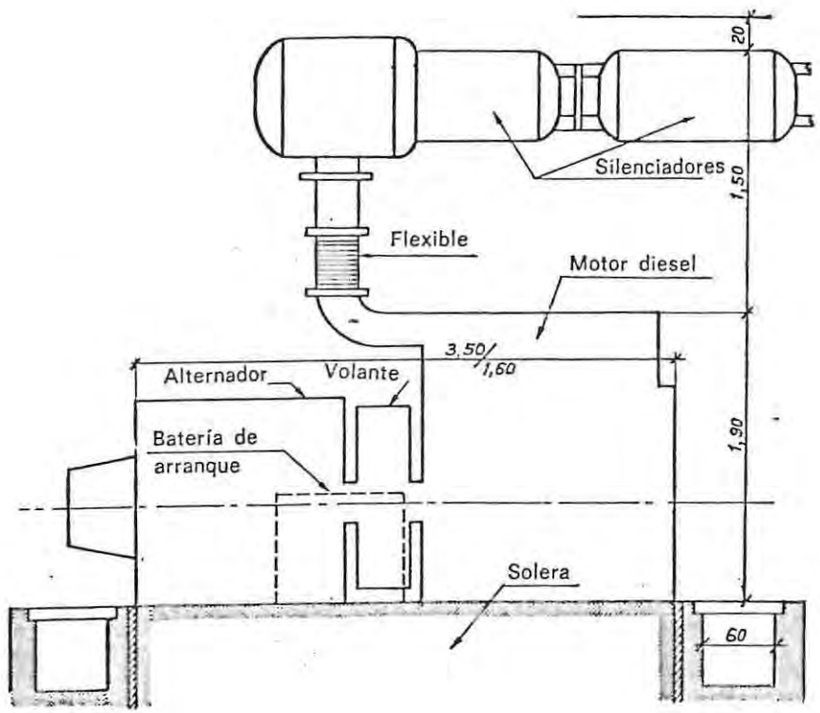
Estas fuentes deben tener una autonomía de funcionamiento de 1 hora sin bajar de potencia y puesta en marcha automática en caso de corte en el sector.

La elección del sistema está en función de varios criterios: el precio de costo, la facilidad de mantenimiento, la seguridad de uso, el estorbo y la importancia del establecimiento a equipar.

La batería central y el grupo electrógeno necesitan ca-

*27, basado en :R. Bayon."La protección contra incendios en la construcción".

da uno locales especiales, bien ventilados y al abrigo del fuego En el primer caso la concepción y el emplazamiento no presentan dificultades. En el segundo es necesario un importante trabajo de ingeniería porque, además del estorbo por la ocupación del generador y sus anexos, hay que prever una reserva importante de combustión y una insonorización rigurosa. Esto no suele cumplirse en Chile ya que no existe reglamentación al respecto. Por ejemplo en el caso de la torre Centenario en Valparaíso, el ruido provocado es de tal magnitud que impide la realización de simulación con mayor regularidad.



GRUPO DE 350 KVA

IV.A.2.2.1 LOS GRUPOS ELECTROGENOS.

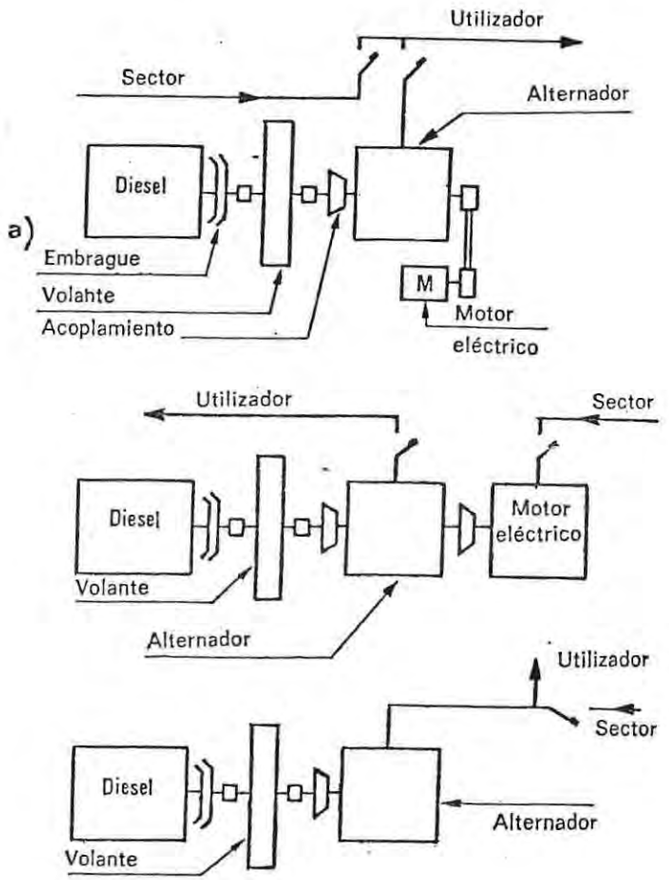
Los circuitos de seguridad importantes se alimentan por un grupo electrógeno con preferencia a una batería pues el precio teniendo en cuenta la potencia necesaria, sería prohibitivo. No obstante, el grupo electrógeno presenta los siguientes inconvenientes:

-Costo elevado de compra, instalación y mantenimiento.
-Necesidad de reserva de petróleo.
-Arranque no instantáneo.
-Ruido y desprendimiento de gases nocivos cuando funcionan.

Por el contrario, su potencia permite, además de la iluminación de seguridad, garantizar el funcionamiento de otros sistemas esenciales.

Su duración de funcionamiento no está limitada y la potencia suministrada es constante. Los grupos electrógenos son fundamentales en los edificios de gran altura, cualquiera sea su destino, y en la mayor parte de los establecimientos que reciben público. Para los hospitales y las telecomunicaciones, la permanencia de la corriente eléctrica es vital.

Su puesta en marcha es automática en el momento de fallo en el sector, pero como son motores de combustión necesitan gran cantidad de aire fresco tanto para su consumo como para la evacuación del calor que desprenden durante su funcionamiento. Además, la reserva del combustible no debe ser susceptible de con



GRUPO INSTANTANEO

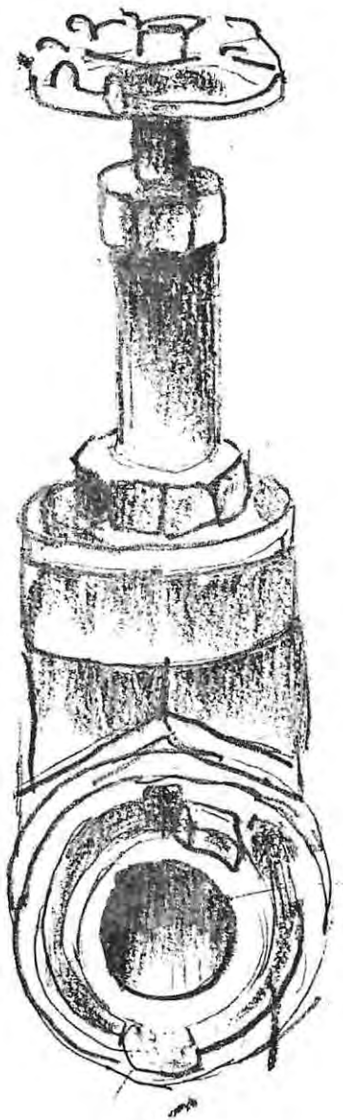
taminar la capa freática y debe estar resguardado del fuego. Todos estos inconvenientes implican un local térmico relativamente complejo y difícil de ubicar.

Se distinguen tres tipos de gurpos electrógenos:

-Grupos electrógenos de arranque automático. Un dispositivo especial los mantiene calientes y arrancan entre 5 y 10 segundos después del corte de corriente, empujados por un motor de arranque eléctrico o de aire comprimido según las potencias.

-Grupos sin paro. Entre el motor térmico y el generador eléctrico se coloca un pesado volante movido en marcha normal por el generador funcionando como motor, o por un motor auxiliar. En caso de corte de corriente, el volante mueve entonces el generador que suministra corriente durante el tiempo necesario para que arranque el diesel. El corte es nulo o de 1/10 de segundos como máximo.

-Grupos estabilizadores. La corriente eléctrica se suministra permanentemente en condiciones de tensión y frecuencia fijas (1 a 2%) por un alternador movido por un generador con volante de denuncia alimentado por el sector. En caso de corte, una batería alimenta este motor durante el tiempo de puesta en marcha del grupo



IV A.3. RED SECA.

ARTICULO 98: "Los edificios dispondrán de instalaciones especiales de agua según se especifica a continuación:

a) Red seca: todo edificio de 7 o más pisos deberá contar con la instalación de una red metálica independiente para agua, con válvula de retención, de uso exclusivo del Cuerpo de Bomberos, de fácil acceso enla boca de entrada, para conexión de los carros bomba. Las características técnicas de esta red serán especificadas en el manual de normas técnicas para la realización de las instalaciones de agua potable y alcantarillado aprobado por D.S. 70 (MOP) de 1981, y sus modificaciones o complementaciones".

Esta red seca consiste en una tubería de acero cuya resistencia admita la presión de trabajo requerida, colocada verticalmente y se extiende desde el primer piso hasta la terraza superior inclusive. Debe tener salida a lo menos en los pisos impares, partiendo desde el tercero para empalmar en ellos las mangueras de bomberos.

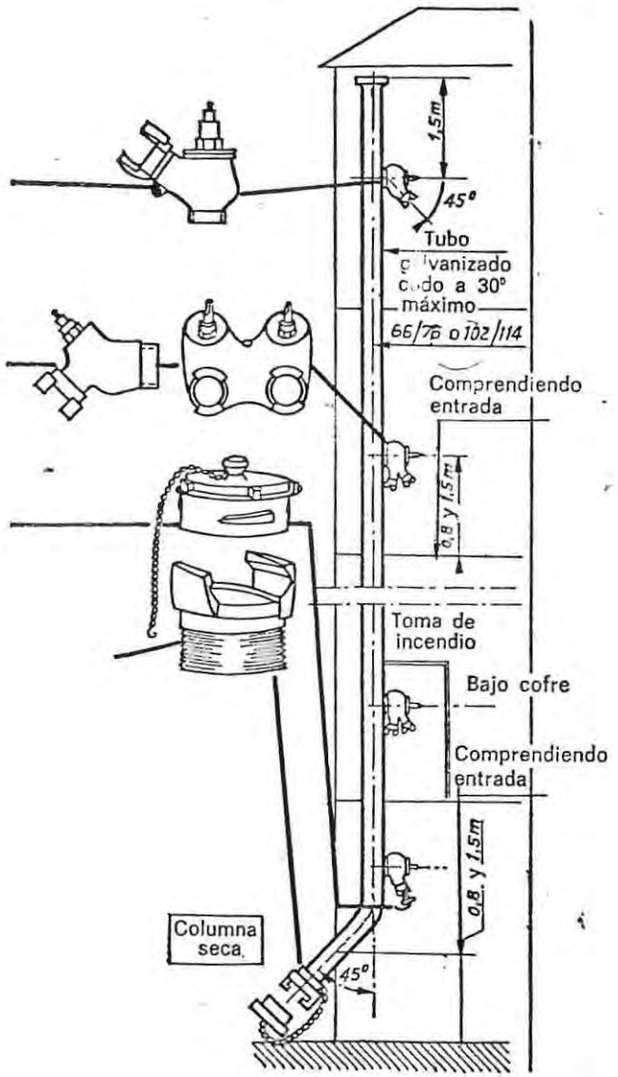
La parte inferior de la tubería debe sobresalir al exterior del edificio y debe poseer dos bocas de tipo apropiado para el equipo de bomberos. Estas bocas deben estar ubicadas en lugar de fácil acceso a no más de 2 metros de la entrada principal y a una altura de un metro sobre el nivel del piso terminado.

El diámetro mínimo de la cañería de la red seca será el que resulte del cálculo, considerando que deberá entregar en el punto más alto una presión de 7 Kg./cm^2 y un caudal de 24 lt/seg.

Las bocas de salida se deben dejar a lo menos en los pisos impares (lo óptimo serían salidas en cada piso) y se ubicarán en el hall de público de cada piso. No deben dejarse las salidas en la zona vertical de seguridad, pero sí cerca de ellas.

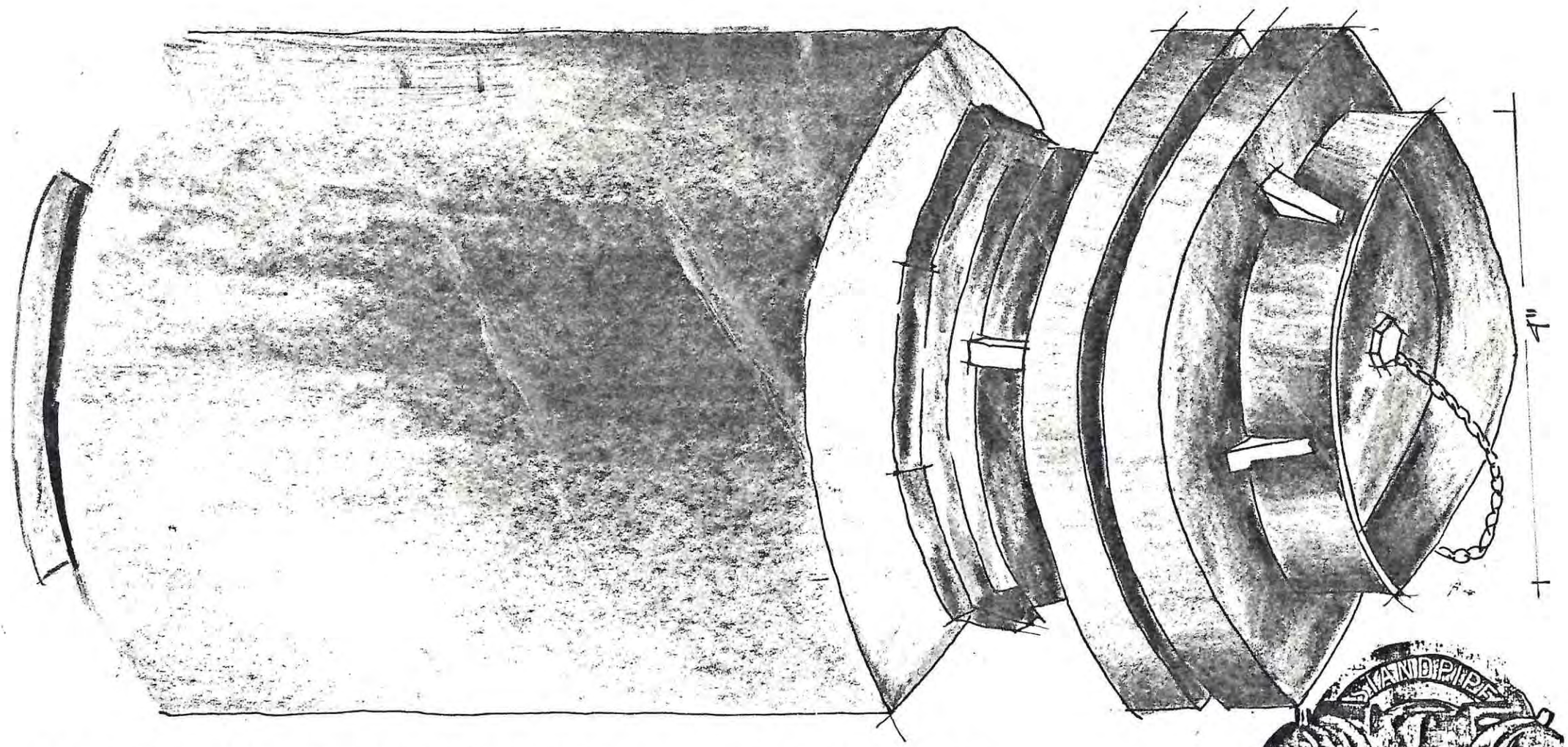
Las salidas deben ir a la vista en nichos con tapas de vidrio templado y deben estar provistas de válvulas y conexiones del tipo que usa el cuerpo de bomberos.

Un problema que puede producirse y efectivamente se produjo en el incendio de la Torre Cénica en Caracas, fue que las salidas estaban abiertas y hubo que cerrarlas piso a piso. Esto puede evitarse verificando que estén completamente cerradas antes de sellar las cajas de incendio.

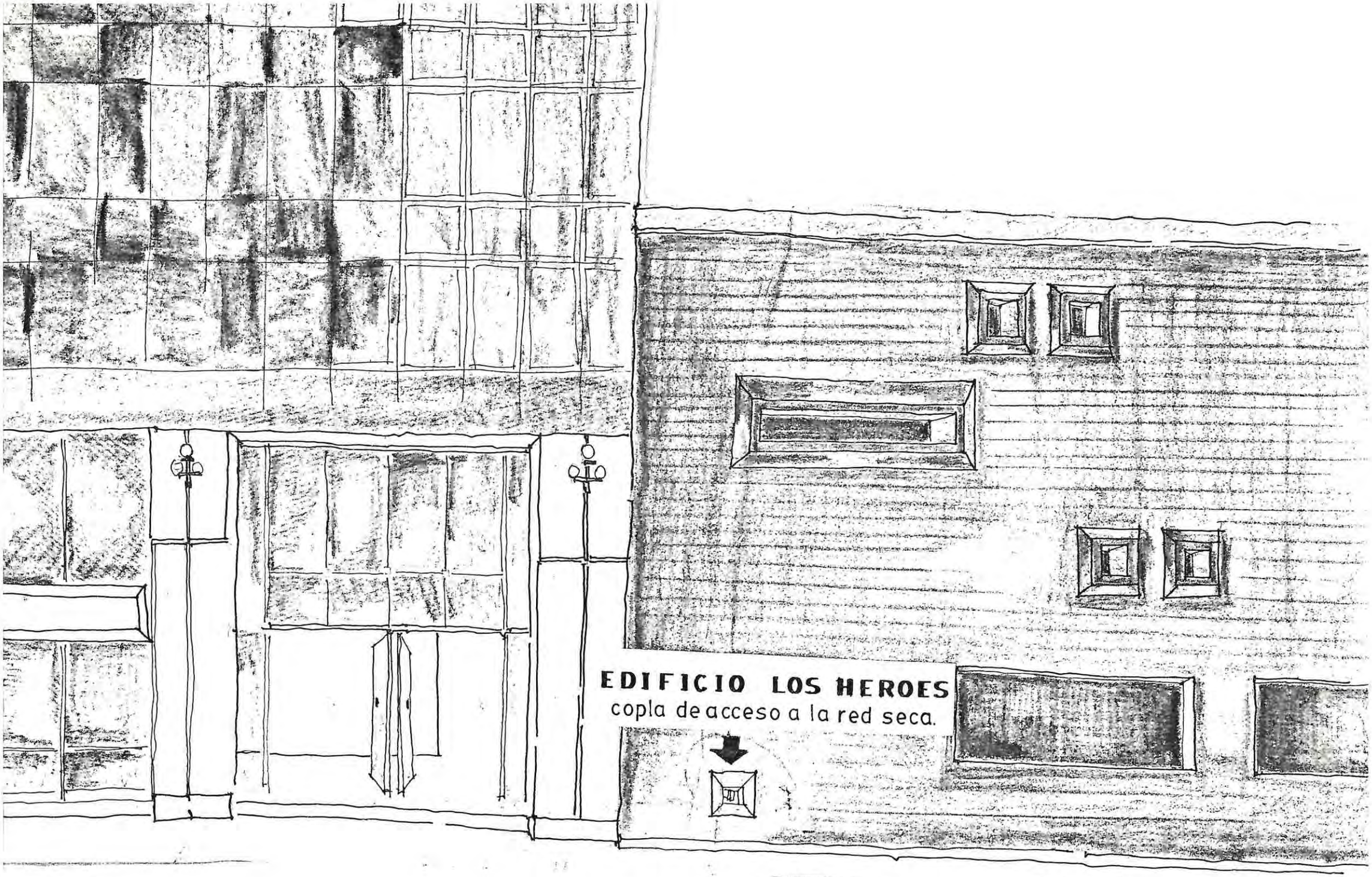


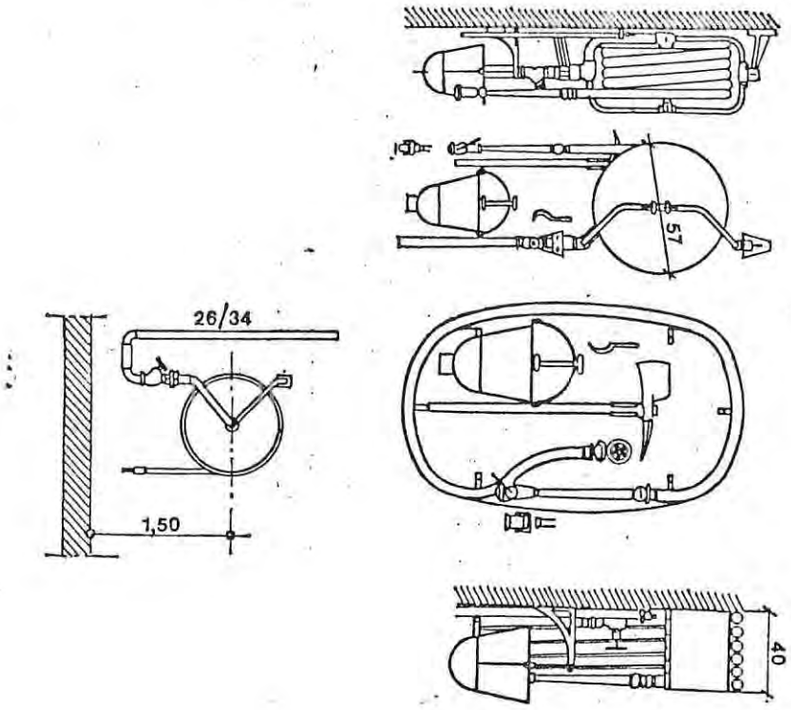
La cañería seca debe ser instalada a la vista o dentro de un ducto que permita su fácil inspección. Si estuviera en un ducto, se prohibe instalar dentro de éste conducciones eléctricas.

En su extremo superior debe llevar una ventosa u otro dispositivo que permita vaciar rápidamente el aire.



COPLA DE ACCESO A LA RED SECA (ahora se exige doble conección) ⟶


EDIFICIO LOS HEROES
copla de acceso a la red seca.



A.4. RED HUMEDA.

Todo edificio de 7 o más pisos debe contar con un sistema de red húmeda, conectado al sistema de agua potable del edificio.

Consiste en un arranque de 25 mm. conectado a una manguera de igual diámetro. Estos arranques se distribuyen de manera que ningún punto de un piso quede a una distancia mayor de 25 metros de la llave de salida.

El arranque y la manguera se ubican en un nicho con tapa de vidrio templado (para que al golpearlo se rompa totalmente).

En España, son llamadas bocas de incendio y están complementadas con material de primer socorro. La maniobra es simple ya que este material está destinado a combatir principios de incendio por personas sin entrenamiento especial.

En Colombia, se utiliza un sistema muy interesante; es una mezcla entre red húmeda y red seca. Se hace la red húmeda con tubería de 4" y con una conexión en el exterior del edificio, para que Bomberos conecte sus mangueras e introduzca más presión de agua a la red. Con este sistema se obtienen las siguientes ventajas:

- Se evita el tiempo de llenado de la red seca.
- Se evita que las bocas de salida se encuentren abiertas (Ver III.3.).
- Se evita la purga de aire.
- Se abaratan costos, ya que hay un sistema en vez de dos.

IV A.6. EXTINCION AUTOMATICA POR AGUA. *25

Estos sistemas de extinción, son llamados también SPRINKLERS (rociadores) y GRINELLS. Tienen por misión sofocar los incendios desde su inicio o frenar su propagación hasta la llegada del equipo de extinción. Su funcionamiento consiste en proyectar agua finamente pulverizada sobre el incendio cuando éste está incipiente.

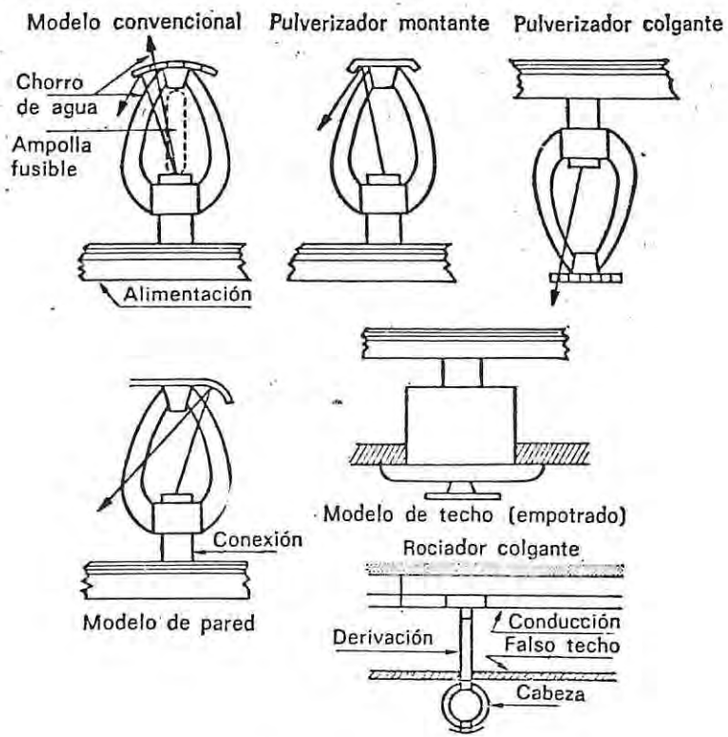
Estos sistemas se basan en el siguiente fenômeno: desde el inicio de un incendio se emiten gases calientes que se elevan hacia la parte superior de los recintos. Cuando encuentran una losa o cubierta los gases se extienden horizontalmente, su temperatura aumenta a medida que el incendio se desarrolla. Los gases o líquidos se dilatan fuertemente por efecto de una temperatura relativamente baja, lo que implica la rotura del recipiente que los contiene.

La apertura de la cabeza provoca la puesta en marcha de una alarma sonora que alerta al equipo de seguridad. El rociador reacciona rápidamente y su funcionamiento no es afectado por los humos, los gases tóxicos o el calor.

El principio de funcionamiento es bastante sencillo, ya que la columna de aire caliente que debe poner en marcha su funcionamiento no se eleva siempre verticalmente, pues puede serpentear con las corrientes de aire. El incendio puede extenderse y

---

*25, basado en: R. Bayon. "La protección contra incendios en la construcción."



CABEZAS DE ROCIADORES

entonces diversas cabezas funcionan al mismo tiempo.

Es un sistema automático, pues no necesita intervención humana, el rociador está alerta las 24 horas y es particularmente eficaz para los fuegos secos. Por el contrario no es utilizable en los casos donde la extinción con agua podría ser peligrosa. No tiene ningún efecto sobre los fuegos latentes. De haberse utilizado estos sistemas, los últimos incendios de supermercados habrían sido evitado o al menos aminorados.

El funcionamiento es eficaz y las estadísticas de las compañías de seguros en España, indican que generalmente las instalaciones de rociadores:

-Extinguen por sí solas las dos terceras partes de los fuegos que se declaran,

-Aislan un tercio de los fuegos y permiten la llegada del equipo de seguridad,

-Actúan en superficies de 40 a 50 m^2 o más, lo que limita las pérdidas en gran manera.

En cuanto a las fallas, se reconocen tres causas principales:

-Reserva de agua insuficiente.
-Instalación no adecuada por una modificación del uso de los locales.
-Causa humana (negligencia de mantenimiento o sabotaje).

Una instalación está compuesta de forma general por los elementos siguientes:

-Fuente de abastecimiento de agua.
-La red de tuberías que asegura la distribución del agua.
-Cabezas de rociadores en número suficiente para cubrir toda la superficie a proteger a razón de una cabeza cada 9 a 12 m^2, según la importancia del riesgo.
-Dispositivos de control y de alarma que funcionan a partir del momento que un aparato se pone en marcha.

Es indispensable que los locales protegidos dispongan de una evacuación del agua vertida.

Hay que hacer notar que en los locales protegidos por un sistema de extinción automática, los medios normales de extinción (extintores y armarios de mangueras) no son indispensables pero sí aconsejables, todo esto es relativo a la magnitud del riesgo.

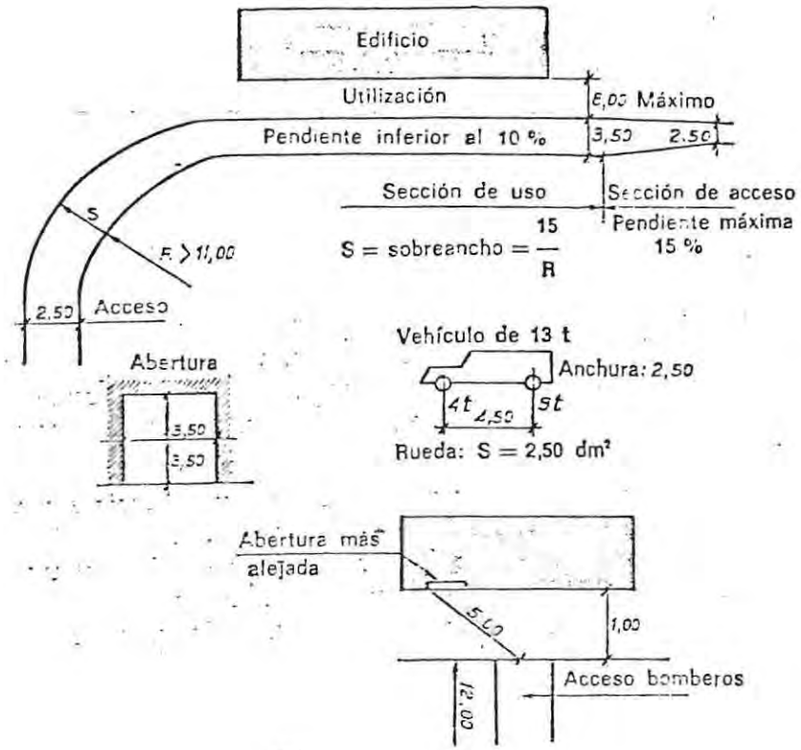
Las cabezas de los extintores tienen un elemento especial que produce una lluvia fina en una superficie de 7 a 15 m^2.

$IV_{B.}$ FACTOR ARQUITECTONICO- CONSTRUCTIVO

También llamada protección pasiva. Consiste en diseñar el edificio de manera tal de evitar que se declare un fuego, impedir su extinción y facilitar el salvamento de las personas. Se distinguen dos fases:

-El diseño del inmueble: debe permitir una evacuación rápida de las personas así como facilitar la llegada de los socorros, la compartimentalización impedirá que el fuego se extienda a las dependencias vecinas.

-La selección de los materiales utilizados en los elementos estructurales de la construcción: éstos deben conservar su resistencia funcional durante un tiempo suficiente para asegurar la evacuación del inmueble así como no constituir peligro para los equipos de salvamento y los bomberos.



ACCESIBILIDAD PARA BOMBEROS

IV B.1. EMPLAZAMIENTO URBANO E INTERACCION ENTRE EDIFICIOS.

La situación y distribución de los edificios deben permitir la evacuación de las personas y el acceso rápido de los bomberos y su material. Esto supone que las fachadas den a calles o espacios accesibles. Además, los edificios deben estar suficientemente alejados los unos de los otros para que la propagación del fuego no pueda efectuarse por radiación o por partículas incandescentes llevadas por el viento.

Asimismo es preciso tener en cuenta el vecindario, la dirección de los vientos dominantes y la pendiente del terreno (especialmente en Valparaíso).

Al respecto la Ordenanza dice:

ARTICULO 109: "Los edificios de 7 o' más pisos deberán contar con un acceso desde la vía pública hasta la base de dichos edificios, tanto para ambulancias como también para carros bomba y/o de escalas, el que tendrá una resistencia adecuada y un ancho suficiente para permitir el paso expedito de los mismos". Hay que poner énfasis en la resistencia del piso exterior ya que las escalas telescópicas generan grandes cargas.

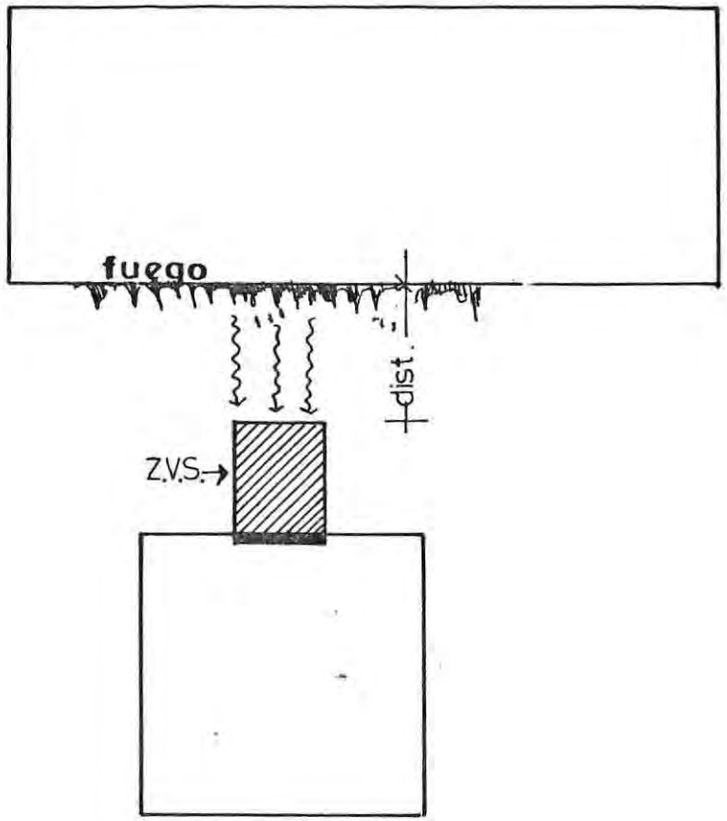
ARTICULO 112: "Los empalmes de gas corriente o gas natural, y los estanques de almacenamiento de gas licuado, se proyectarán de manera tal que en caso de incendio no impidan la evacuación del edificio y cuenten con dispositivos de fácil acceso para que los bomberos corten el suministro de gas.

Una calle de 8 metros de ancho es considerada como una barrera difícilmente franqueable por el fuego.

"Si los edificios están próximos, la radiación y las proyecciones de materias inflamadas son tanto más peligrosas cuanto menos resistentes son las fachadas a los efectos del fuego. El viento puede transmitir partículas incandescentes hacia las construcciones vecinas e inflamar la cubierta, principalmente si ésta no está convenientemente protegida."*28

Los espacios exteriores destinados al acceso y maniobra de carros bomba y ambulancias sólo podrán ocuparse transitoriamente como sitio de detención de vehículos particulares, y su uso habitual será como aceras peatonales o paseos. Además deben mantenerse libres de postes, asientos, gradas, etc. y/o cualquier elemento que pueda obstruir el libre paso de los vehí

*28,R. Bayon."La protección contra incendios en la construcción"



ZONA VERTICAL DE SEGURIDAD

La circular N° 10 del MINVU, sobre condiciones de seguridad contra incendios en edificios, considera la posibilidad de abertura total de aquellos lados que estén en contacto con el exterior.

Al producirse un incendio en un edificio cercano con una posición análoga al dibujo, la zona vertical de seguridad quedaría inutilizada por efecto de la radiación.

culos de emergencia.

Una situación óptima debe contemplar que el acceso para bomberos de la vuelta al edificio, pero esto no es una obligación legal.

La Ordenanza, presenta un vacío en lo relacionado a la interacción entre edificios y sus efectos en las zonas verticales de seguridad. Las normas españolas establecen que las aberturas a menos de 8 metros de una construcción deben tener una resistencia al fuego de 1 hora como mínimo. Con mayor razón en un espacio destinado a la protección y evacuación de personas.

$IV_{B.2.}$ LA COMPARTIMENTALIZACION.

Podemos definir este concepto como la formación de un gran espacio en base a sub-espacios independientes ante el fuego, de tal manera que un fuego generado en uno de estos últimos, se mantenga aislado y confinado a su origen sin afectar a la totalidad.

Como norma general, los muros y losas deben constituir barreras importanes, en las cuales el fuego detenga su propagación. Esto constituye el principio esencial de la protección de los edificios de altura.

Las aberturas en los muros cortafuegos no deben constituir puntos débiles por lo que deben incluir sistemas de cerramiento que ofrezcan una resistencia equivalente, y que se mantengan cerradas por un sistema adecuado en caso de peligro

La lucha contra el fuego se apoya en la fortaleza de estas paredes divisorias para impedir la propagación de los humos, obstáculo principal en la acción de los equipos de salvamento.

La compartimentalización debe partir por la aislación de los pisos y de los ductos verticales, espacios de propagación del fuego. También los recintos dentro de cada piso deben estar compartimentalizados, mientras menores sean los compartimentos, menor será el riesgo de propagación.

La Ordenanza española denomina "sector de incendios", a los compartimentos limitados por elementos resistentes al fuego, especifica los siguientes espacios como "sectores de incendio".

-La totalidad del edificio, respecto a los edificios inmediatos
-Cada planta de sótano.
-Los locales en los que se prevea gran riesgo de incendio.
-Locales que así lo exijan, por naturaleza de los ocupantes, o por actividades que en ellos se desarrollan, como quirófanos, unidades de vigilancia interna, ect.
-Los locales o plantas deledificio cuyo uso no sea el del resto de la edificación.
-Las cajas de escaleras.
-Los vestíbulos de independencia.
-Los pasos de ascensores.
-Los locales destinados a contener objetos o documentos de valor
-Los locales destinados a alojar las centrales de las instalaciones de protección contra incendios.

Además relaciona el tamaño de los compartimentos a la distancia a recorrer en una evacuación.

IV.B.3. CARGA COMBUSTIBLE.

Sin duda el factor más importante en el desarrollo y consecuencias de un incendio, es el de la cantidad y calidad de los materiales combustibles que el edificio contiene. Este factor es posible de controlar de tal manera de limitar el riesgo y efectuar una protección en relación con la magnitud de la carga combustible.

Este factor es de vital importancia ya que aún que se tomen precauciones con respecto a los otros factores, si un edificio posee gran cantidad de carga combustible, será dificil evitar su propagación cuando se haya declarado. Este concepto puede medirse con la siguiente expresión:

$$Cc = \frac{\sum m \cdot Pc}{St}$$

donde m = masa de los materiales combustibles que contiene el recinto, expresada en Kg.

Pc = Poder calorífico de dichos materiales, expresado en Kcal/Kg. (Ver I.2. Fenomenologia del Fuego)

St = Superficie total del recinto expresada en m^2.

Poder calorífico de algunos materiales Kcal/Kg. *30

Maderas ——————————>	3.900 - 5.000
Textiles ——————————>	4.400 - 5.000
Gomas ——————————>	8.300 -10.500
Papel Celulosa ——————————>	3.900 - 4.200
Materias Grasas ——————————>	7.500 - 9.500
Combustibles Líquidos ——————————>	10.000 -11.000
Combustibles Sólidos ——————————>	5.500 - 7.800
Plásticos ——————————>	4.000 - 1.000

Una vez determinada la carga combustible media, se puede clasificar un edificio en función de su peligrosidad (esta peligrosidad suelen emplearla las compañías de seguros para fijar sus primas.

La legislación inglesa, por ejemplo distingue tres categorías:

a) Edificios de baja carga combustible, inferior a 270.000 Kcal/m^2, tales como edificios para vivienda, oficinas, hospitales, etc...

b) Edificios de carga moderada, entre 270.000 y 540.000 Kcal/m^2., tales como fábricas o comercios que trabajan con materiales combustibles.

---

*30 ,G. Rodriguez."Incendios en edificios de altura". Seminario.

c) Edificios de alta carga combustible, desde 540.000 hasta 1.080.000 Kcal/m^2. Entre estos se encuentran las bodegas, almacenes, industrias especiales, etc...

Actualmente se encuentra en consulta la Nch 1993.c 86, que trata de la clasificación de los edificios según la densidad de carga combustible.

$IV_{B.4.}$ RESISTENCIA AL FUEGO.

La resistencia al fuego de los elementos de construcción se establece mediante criterios que definen sus cualidades y el tiempo en que las conservan.

ARTICULO 95: "El grado de resistencia al fuego de los materiales y elementos que se empleen así la construcción de las diferentes partes del edificio, conforme a la siguiente tabla:

Grado de resistencia.	Muros soportantes incluso los de cajas de escaleras y divisorios de departamentos.	Muros no soportantes y tabiques.	Entrepisos.	Elementos de techumbre.	Muros cortafuego.
1	3.00	1.00	2.00	1.00	3.00
2	2.50	0.50	2.00	0.50	3.00
3	2.00	0.25	1.00	0.50	3.00
4	0.50	0.25	0.50	0.25	3.00

Para determinar la resistencia al fuego de los materiales y elementos a que se refiere el inciso anterior como así

mismo cuando cualquier otro precepto exija que se asegure una determinada resistencia al fuego se estará a lo dispuesto en las normas técnicas oficiales y se exigirá que su cumplimiento se acredite con certificado de ensayo de materiales extendido por alguna institución oficial de control técnico de calidad de materiales."

Esta disposición es inconveniente ya que un ensayo resulta sumamente caro.Debería existir una Norma Oficial de referencia, un listado oficial de materiales y su resistencia. Debería exigirse un certificado de ensayo de materiales sólo a falta de antecedentes.

El concepto de edificio "a prueba de fuego" no es válido ya que no existen materiales 100% incombustibles. Sin embargo el concepto de resistencia en la unidad de tiempo, si es representativo y señala el intervalo que existe entre el inicio del siniestro y el momento en que un determinado elemento empieza a fallar. al respecto existe un contrasentido en la legislación vigente. El concepto de "incombustible" fue abolido y reemplazado por los "grados de resistencia al fuego", en la actual legislación. Sin embargo, la Ley de Propiedad Horizontal, en en su Artículo 62, dice: "Todo edificio regido por las disposiciones de este Capítulo deberá ser asegurado contra riesgo de incendio, a menos que fuera declarado Incombustible por la Municipalidad respectiva...".

Las estructuras de H.A. tienen un buen comportamiento al fuego. El factor más importante es el revestimiento de la armadura de acero. A los 550ºC la situación del acero estructural suele ser crítica ya que a esa temperatura su resistencia baja a la mitad. Es importante evitar el descarillamiento del hormigón, causado por armaduras suplementarias o por el biselado de aristas. La mayor resistencia al fuego del hormigón depende en gran parte al tipo de árido usado. El cuarzo se expande súbitamente a 573ºC en un 0,85%. Si se emplean arenas cuarcíferas o gravas procedentes de areniscas. Los hormigones tienen un mal comportamiento alfuego. Cabe señalar que la mayoría del árido fino empleado en la zona proviene del Marga-Marga, el cual posee arenas cuarcíferas. Las calizas empiezan a descomponerse a 900ºC y son por ello preferibles. Las escorias constituyen el árido con mejor comportamiento al fuego.

El acero por el contrario tiene un mal comportamiento al fuego, por lo que debe disponerse protección especial. Existen gran variedad de sistemas de aislamiento:

-Hormigonear las piezas;
-revestirlas con materiales cerámicos o planchas aislantes de asbestos;
-Con placas de yeso;
-Llenarlas con agua de características especiales (para evitar corrosión).

Con cualquiera de estos procedimientos se puede obtener una protección de hasta 2 horas.

La madera contrariamente a lo que se podría pensar, tiene una buena resistencia al fuego siempre que se emplee correctamente y sea de buena calidad. El efecto inmediato del fuego en ella es crear una capa de carbón vegetal que al poseer un alto grado de aislación térmica, protege a la madera subyacente de daños graves. A temperaturas superiores a los 500ºC el carbón vegetal arde y se consume lentamente. La carbonización progresa 0,64 milímetros por minuto aproximadamente.

Las obras de ladrillo cerámico y la de bloque tienen una alta resistencia al fuego, en especial aquellas con cámara de aire.

INTEGRIDAD.

El material de los elementos empieza a desintegrarse en cuanto las llamas pueden penetrar a través de las grietas o agujeros. La desintegración del material puede producirse por varias causas. La deformación de un elemento estructural que puede causar un movimiento suficiente que da origen a grietas graves en paredes y pisos.

La dilatación térmica, asociada al aumento de la temperatura, da lugar a deformaciones diferenciales en la estructura lo que a menudo motiva el abombamiento de los cerramientos delgados en las construcciones de albañilería, estos abombamientos pueden ir acompañados de grietas tan considerables que permitan la propagación del fuego. A altas temperaturas, muchos materiales experimentan cambios físicos o químicos, la calcinación de las calizas por ejemplo, que también puede producir grietas como para permitir el paso del fuego.

$IV_{B.5.}$ DESTINO DEL PROYECTO.

ARTICULO 94: "Los edificios cuyo destino y condiciones se indican en la tabla siguiente, deberán proyectarse y construirse con resistencia al fuego equivalente a grado 1 o' 2.

DESTINO	CONDICIONES
Habitación	Edificios de 5 o' más pisos.
Educación, salud y rehabilitación.	Edificios de 3 o' más pisos.
Reuniones, espectáculos y exhibiciones.	Capacidad para 300 personas o más, o más de 300 m^2 construidos.
Oficinas y comercio.	Edificio de 2 o' más pisos, o con más de 500 m^2 construidos.
Industria	Edificios 2 o' más pisos.

Los edificios no incluidos en la tabla inserta en el inciso anterior deberán proyectarse construirse con una resistencia al fuego equivalente a lo menos a grado 3 o ' 4.

Una aclaración establece que a los edificios construidos antes de la vigencia de las nuevas disposiciones de la Ordenanza con respecto a la seguridad contra incendio, no les serán exigibles siempre que la construcción se hubiere ejecutado cumpliendo con las normas de prevención de incendios vigentes, con anterioridad a este Decreto, también no son exigibles para aquellos edificios que se alteren o modifiquen en no más del 50% en el número de ocupantes previstos para dicho edificio.

La legislación no dice nada sobre exigencias a los edificios ya construidos que no cuenten con sistemas de seguridad, lo cual es sin duda inconveniente y potencialmente peligroso para sus habitantes. Debería exigirse en cada caso las modificaciones mínimas que permitieron alcanzar un grado de seguridad aceptable.

El aumento de un 50% resulta excesivo, ya que las vías de escape resultarían copadas con la mayor cantidad de personas.

La legislación debería fijar disposiciones proporcionalmente exigentes, según la carga combustible del edificio, impidiendo el cambio de uso del mismo por este concepto, si no es para usos similares o de menor peligrosidad que el destino original.



IV B.6. PUERTAS CORTAFUEGO. *29

La compartimentalización de los edificios por muros cortafuegos, es una disposición eficaz, pero los vanos necesarios para el paso al no ser solucionados la harían totalmente inútil, por lo que es necesario que el cerramiento tenga una resistencia al fuego equivalente a la del muro.

Especial preocupación debe tenerse en la abertura de los ductos verticales y de la zona de seguridad.

La puerta cortafuego debe permitir el paso de las personas que se encuentran en la zona siniestrada, siendo estanca al humo y el paso de las llamas.

Las puertas cortafuego deben ser siempre dobles, es decir disponer de un panel en cada lado, pero esta regla no se aplica siempre. También las puertas cortafuego deberían ser objeto de ensayos y certificados expedidos por un laboratorio autorizado. Es preciso que el ensayo sea de todo el conjunto, es decir, cerrajería, hoja y quincallería.

La puerta CF. están constituidas por la cerrajería, hoja que se abre (a veces dos hojas) de material poco combustible y aislante térmico, con un dispositivo que asegure la estanqueidad a los gases.

---

*29, basado en :R.Bayon."La protección contra incendios en la construcción."

La composición de la hoja está en función a la duración requerida.

-Para duración inferior a una hora, será de madera dura o de aglomerado denso ignifugado con paramentos en contraplacado o fibras duras.
-Para esta misma duración e incluso superiores, la hoja está constituida por un arcón de chapa galvanizada encerrando un material refractario y aislante, siemple o múltiple (espuma y aglomerados de amianto, mica expandida, lana mineral, placas de yeso, etc.), pero son susceptibles de descomponerse al calor.

Una puerta puede hacer cortafuego mediante la aplicación de pintura intumescente, pero este proceso es aleatorio pues no se garantiza en el tiempo, además, esta protección no pasa generalmente de la media hora.

Por el contrario, es desaconsejable proteger una puerta de madera con una chapa metálica ya que la dilatación podría bloquear la apertura de la puerta. Todos los productos estratificados o similares deben prohibirse en el chapeado de las puertas cortafuego de los edificios de altura. Las puertas CF. de madera deben también prohibirse para los edificios de altura.

La apertura de la hoja se afecta por pivotamiento a

la francesa para las puertas de pequeñas dimensiones y por desplazamiento en caso contrario, pero estas últimas no deben considerarse como salidas de emergencia.

En el primer caso, la cerrajería contiene juntas de amianto para garantizar la estanqueidad de los gases, el cierre se asegura con cerradura clásica o un antipánico. Las puertas deben permanecer en posición cerrada (cierre automático) mantenidas por un resorte de retorno. Existe un segundo tipo de puerta con cierre automático, cuya cerradura es mandada por un fusible colocado en la parte alta y funcionando bajo la acción de los gases calientes, o por otros sistemas (detectores de humos, mando a distancia desde un puesto de seguridad, etc.) En este caso la puerta se mantiene en posición abierta.

La puerta a la francesa (de hoja) propuesta como acceso a la zona vertical de seguridad, necesita un espacio libre de ancho suficiente para que la apertura se pueda efectuar hasta 90º, además de abrirse en la totalidad del paso de la abertura.

Existen en el mercado otros tipos de puerta CF, pero son netamente más costosas y de menor eficacia: son las puertas basculantes y las cortinas onduladas, pero las cuales no son de interés para el tema ya que no son considerables como salidas de emergencia.

La madera maciza, es desde el punto de vista de la resistencia al fuego, un exelente material. Por razón del bajo coeficiente de conductividad térmica, los grados cortafuego y parallamas se confunden prácticamente (la carbonización de la madera progresa 0,64 milímetros por minuto aproximadamente). Por el contrario, las puertas planas huecas no tienen prácticamente ninguna resistencia.

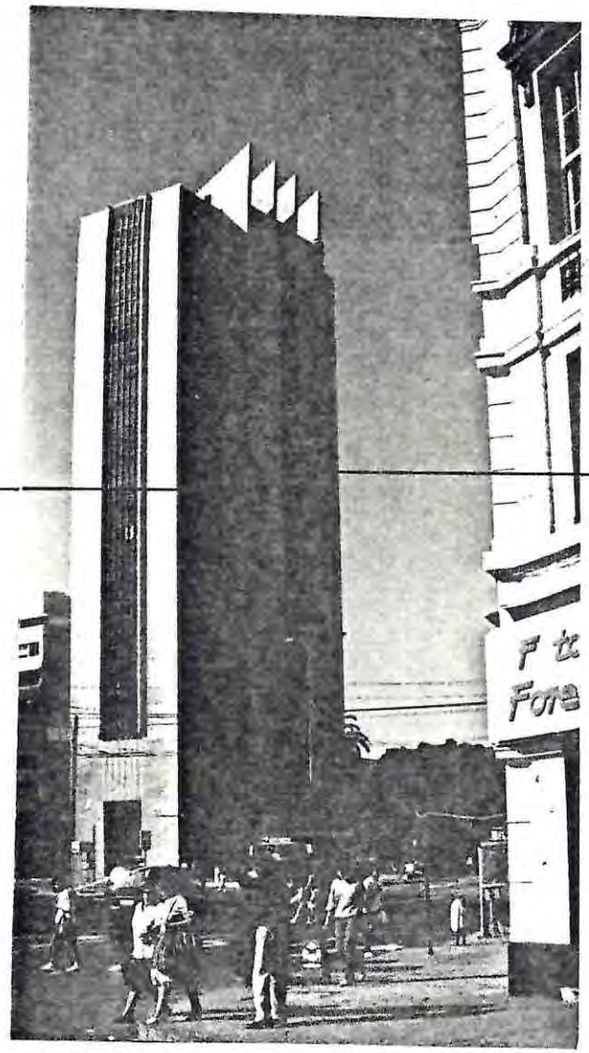
En las puertas de madera, los puntos débiles están constituidos por los encajes, los entornos de los pomos y la cerrajería; es necesario igualmente evitar el empleo de color que se descompongan con el calor.

El vidrio armado ha demostrado ser un exelente material para puertas C.F. Debe cuidarse que tenga una opacidad, adecuada para evitar la transmisión del calor por radiación, también debe cuidarse que los marcos no hagan de puente térmico.

En España, en la resistencia al fuego de las puertas se distinguen dos categorías:

a.- Puertas parallamas: Es aquella que no deja pasar las llamas y los gases.

b.- Puertas cortafuego: Además de ser parallamas, debe poseer cierto aislamiento térmico para impedir la propagación del fuego.



Edificio Centenario

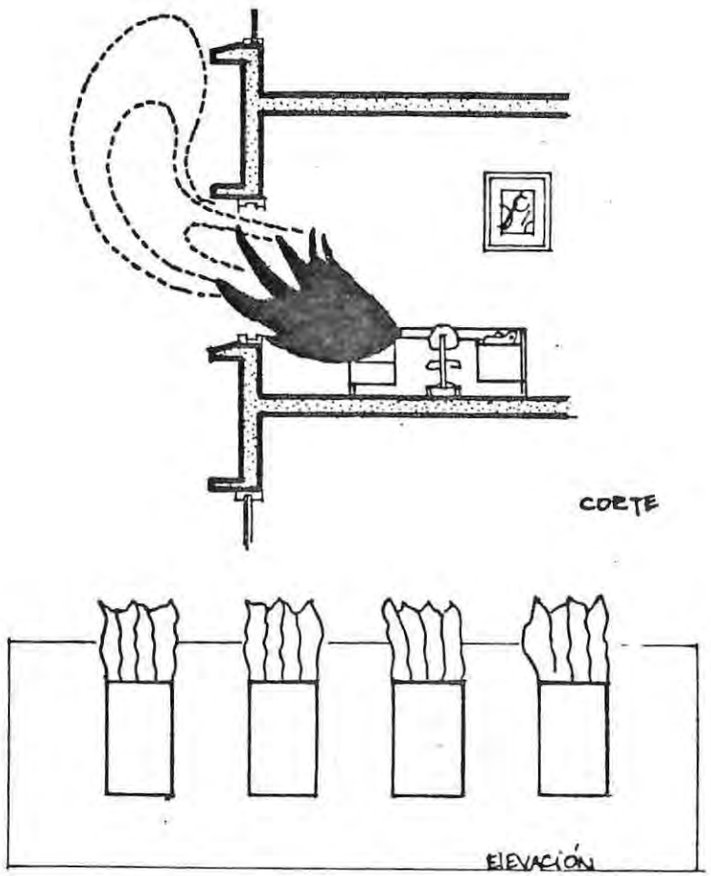
IV. B. 7. ZONA VERTICAL DE SEGURIDAD.

Podríamos definir la zona vertical de seguridad, como aquel espacio de relación vertical, destinado a evacuar masiva y rápidamente un inmueble y a proteger a los usuarios contra los efectos del fuego, humo y gases. Su diseño, construcción, terminaciones y su continuidad hasta el egreso al exterior a nivel de la calle, deben garantizar una resistencia al fuego de a lo menos 2 horas. Esta zona es obligatoria para edificios de 7 o' más pisos de altura (Artículo 96). En alturas menores los ocupantes pueden ser evacuados exteriormente por medio de escalas telescopicas de Bomberos.

Un aspecto importante para el arquitecto debe ser el ubicar este espacio de manera orgánica con respecto al edificio y no como un mero artefacto.

Considero que todas las cajas de escaleras de edificios de altura deben ser diseñadas como zonas de seguridad y no sólo 1 por cada cierta cantidad de metros de recorrido, como lo establece la Ordenanza. Me parece ilógico que existan menos vías verticales para la emergencia que para el tránsito normal. En una emergencia todas las personas la van a ocupar y al mismo tiempo, ya que los ascensores estarán bloqueados.

Esta zona debe ser un espacio estanco (en caso de ser interior), de muros y puertas resistentes al fuego y de cierre au



zonas o distribución de calor y llamas en una ventana.

tomático, con ventilación natural o forzada (presurización con circulación de aire), además ninguna conducción de importancia para el edificio deberá encontrarse aquí; tales como canalizaciones eléctricas, de gas o ductos de basura. Sólo podrían aceptarse las bajadas de agua lluvia o sanitaria, pero a condición de que los conductos sean metálicos. Las escaleras de caracol, empleadas frecuentemente para ganar espacio, son especialmente peligrosas, pues son rápidamente invadidas por el humo. Estas no deben ser aceptadas en la Ordenanza.

El diseño de las vías verticales de seguridad junto con proteger y servir de cauce a la evacuación de los usuarios, debe impedir la propagación de los incendios por el efecto chimenea, el cual es un común denominador en el desarrollo de los siniestros de edificios de altura. Si un fuego se origina en un piso que no posee unión directa con la caja de escaleras u otros ductos verticales, quedará confinado a su piso de origen, evitando la propagación al resto del edificio hasta que la puerta o barrera que los separe se consuma, invadiendo el ducto. Pero como el acceso a los otros pisos también estará franqueado, el calor, los humos y gases continuarán hasta encontrar una salida por lo que debería exigirse una ventilación superior accionada automáticamente y con posible control manual por parte de Bomberos.

El otro medio típico de propagación en los incendios de edificios es a través de las ventanas. El fuego en su búsqueda de oxígeno revienta los vidrios, ascendiendo por el paramento ex-

Entrevista a un Inspector del Cuerpo de Bomberos de Valparaíso.

¿Por qué la nueva arquitectura de edificios en altura no consulta escaleras exteriores?

R = "El problema no radica en que las escaleras sean exteriores o interiores. Lo fundamental es que los sistemas de evacuación se mantengan expeditos y no sean bloqueados cuando se produzca la emergencia".

EL MERCURIO, Domingo 30 de Marzo, 1986

terior, propagando el fuego por conducción y radiación a los pisos superiores. Esto se ve facilitado por la gran difusión en el uso de muros cortina, la falta de antepechos adecuados y la proliferación de persianas, cortinajes y otros elementos de protección solar altamente combustibles.

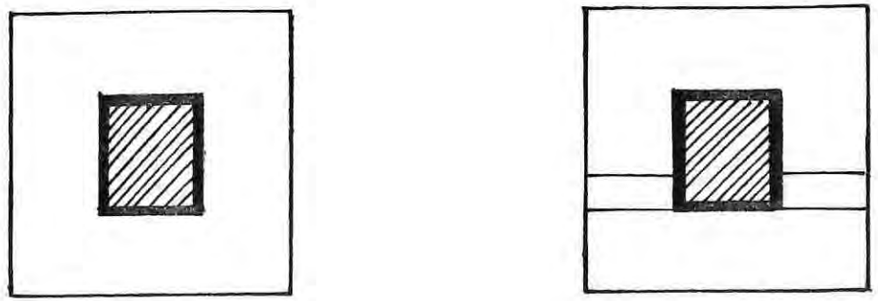
Otro requisito importante debe ser la incomunicación entre ductos verticales. En el incendio del Hotel M.G.M. en Las Vegas, elhumo al no encontrar salida por la parte superior y al estar los ductos comunicados entre sí, volvió a su lugar de origen invadiendo todo el edificio.

Otros requisitos deben ser la existencia de iluminación de emergencia, la comunicación desde y hacia el centro de control (citófonos o teléfonos) y la existencia de espacios destinados a la permanencia protegida (refugios).

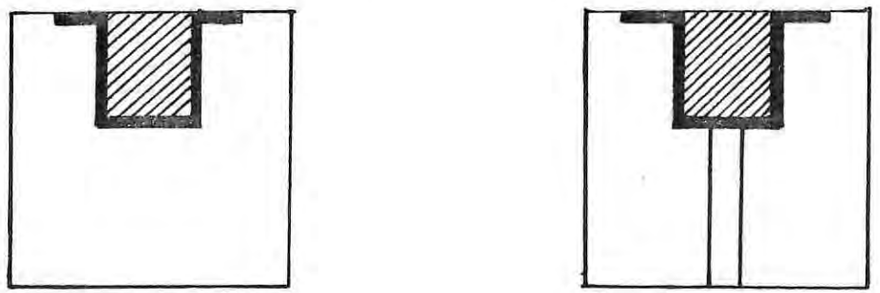
Es importante que la vía de emergencia tenga un uso cotidiano y no exista sólo para la eventualidad. Esto es lógico ya que las personas en una emergencia siempre tienden a ir por lo seguro, por caminos conocidos y ya practicados.

Un aspecto que debería ser enfatizado es el tránsito entre la salida de la zona de seguridad y la salida al exterior. La Ordenanza lo establece al hablar de que "...la zona vertical de seguridad y su continuidad hasta el egreso al exterior, a nivel de la calle ..." (Artículo 96, letra b). Pero esto no siempre se cumple, ya que muchos edificios poseen el tablero eléctrico en el

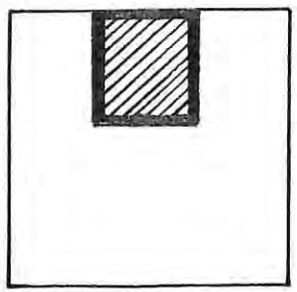
acceso (las normas de instalaciones eléctricas aconsejan ese lugar). Al ocurrir un incendio aquí, quedaría cortada la posibilidad de evacuación por el interior. Este fue el origen del incendio y posterior tragedia del edificio "Cénica" en Caracas, donde funcionaba la embajada de Chile en Venezuela.



A)



B)



7.1. UBICACION

Existen diferentes posibilidades de ubicación de este espacio con respecto al edificio, algunas más ventajosas que otras. Son fundamentalmente 5, las demás son variaciones de estas.

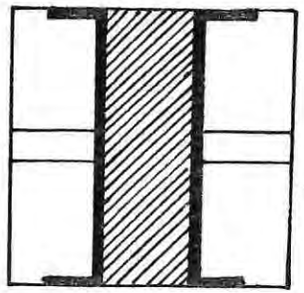
A) UBICACION INTERIOR:

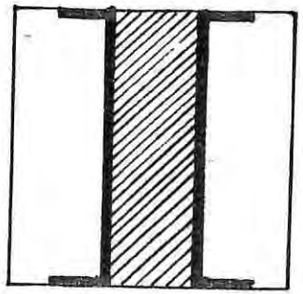
Esta es la ubicación típica en las torres con núcleo central rígido (Ejemplo Torre Santa María), donde los muros de la zona vertical tienen una función rigidizante, compartiendo el núcleo con la caja de ascensores. Desde un punto de vista formal, la ubicación es buena ya que se integra a la volumetría y estructura del edificio, pero desde el punto de vista de la evacuación, es poco lógica porque acerca a la gente al centro amagado. Además no permite una iluminación natural ni una visión hacia el exterior ni hacia el interior, para visualizar su estado y si hay personas refugiadas en ella. En este caso todos los muros perimetrales deben ser resistentes al fuego, la Ordenanza exige 2 horas a lo menos.

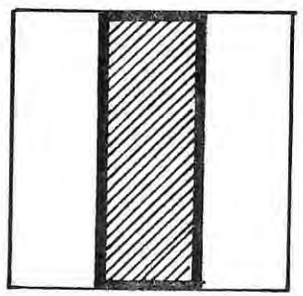
B) CON UN LADO AL EXTERIOR:

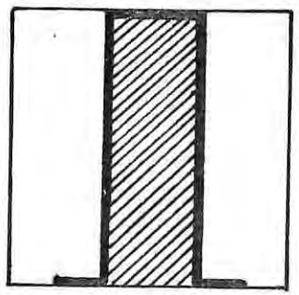
Esta ubicación permite una iluminación natural por uno de sus lados. La Ordenanza exige una resistencia al fuego de dos horas para los muros interiores permitiendo la abertura del muro exterior. Al ser así el fuego y especialmente el humo pueden in-

C)









vadirla por el lado abierto por lo que los muros adyacentes a la abertura deberían prolongarse un largo razonable.

C) CON DOS LADOS HACIA EL EXTERIOR:

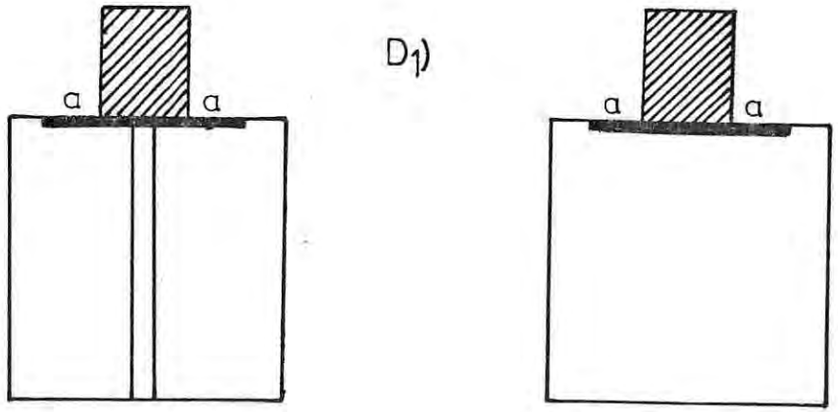
Esta solución permite una mayor luminosidad y mejor visión hacia y desde el interior. La Ordenanza exige resistencia al fuego para los muros interiores, considerando la posible abertura de los otros dos. Tal como en el caso anterior de ser así, podría invadirla el humo y afectarla el fuego.

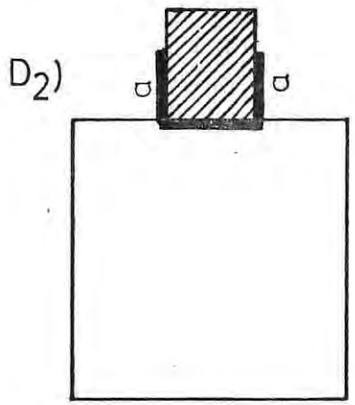
D) CON UN SOLO MURO DE CONTACTO CON EL EDIFICIO:

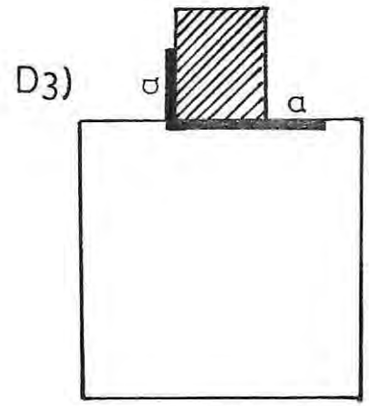
Desde el punto de vista de la protección humana, esta es una buena solución ya que aleja a las personas de la fuente de riesgo. Su inconveniente puede estar en la forma parásita de adicionarse al volumen, pero esto puede ser evitado por un diseño acertado (Ejemplo Edificio Centenario). Permite una buena iluminación natural y visibilidad. La Ordenanza exige resistencia al fuego sólo para el muro en contacto con el edificio. Esto podría ser conflictivo ya que podría ser afectada por las llamas y el humo que sobresale del edificio. Para solucionarlo propongo tres posibilidades:

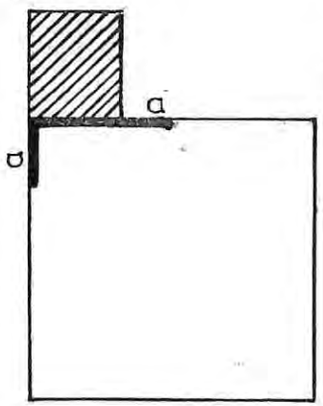
D_1) Todo el paño (o una longitud razonable) resistente al fuego y la posibilidad de abertura total de la zona.

D_2) Los tres muros más próximos resistentes al fuego y el cuarto abierto.









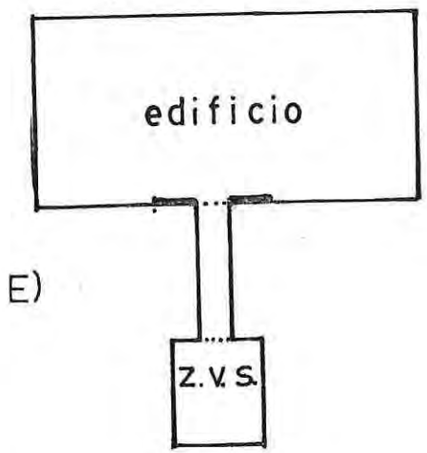
D_3) Muros resistentes alternados y la posibilidad de abertura de los otros dos.

E) ZONA VERTICAL DE SEGURIDAD SEPARADA DEL EDIFICIO, RELACIONADA POR PUENTES.

Esta sería la mejor solución desde el punto de vista de la protección humana, ya que se aleja a la persona de la fuente de riesgo. Debe disponerse de protecciones o guardar distancias adecuadas para evitar la radiación desde el edificio En este caso una misma zona vertical puede servir a dos o más edificios.

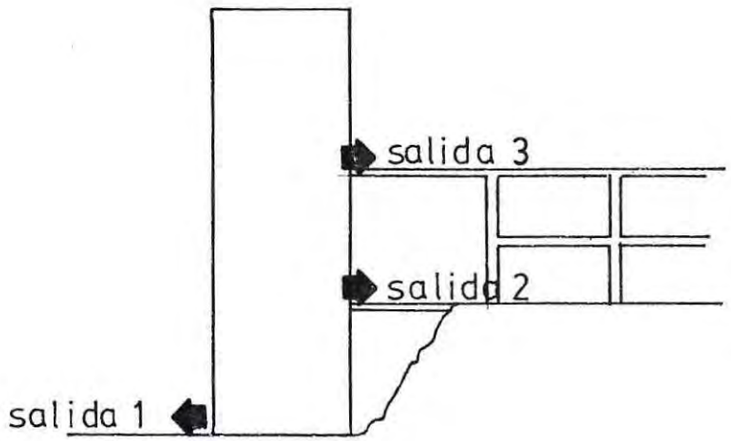
Esta posibilidad no está contemplada en la circular aclaratoria del artículo 96.

La zona vertical, podría complementarse con ascensores los cuales no implicarían riesgo, por lo que podrían utilizarse en la emergencia.(ver caso de las 7 Hermanas)

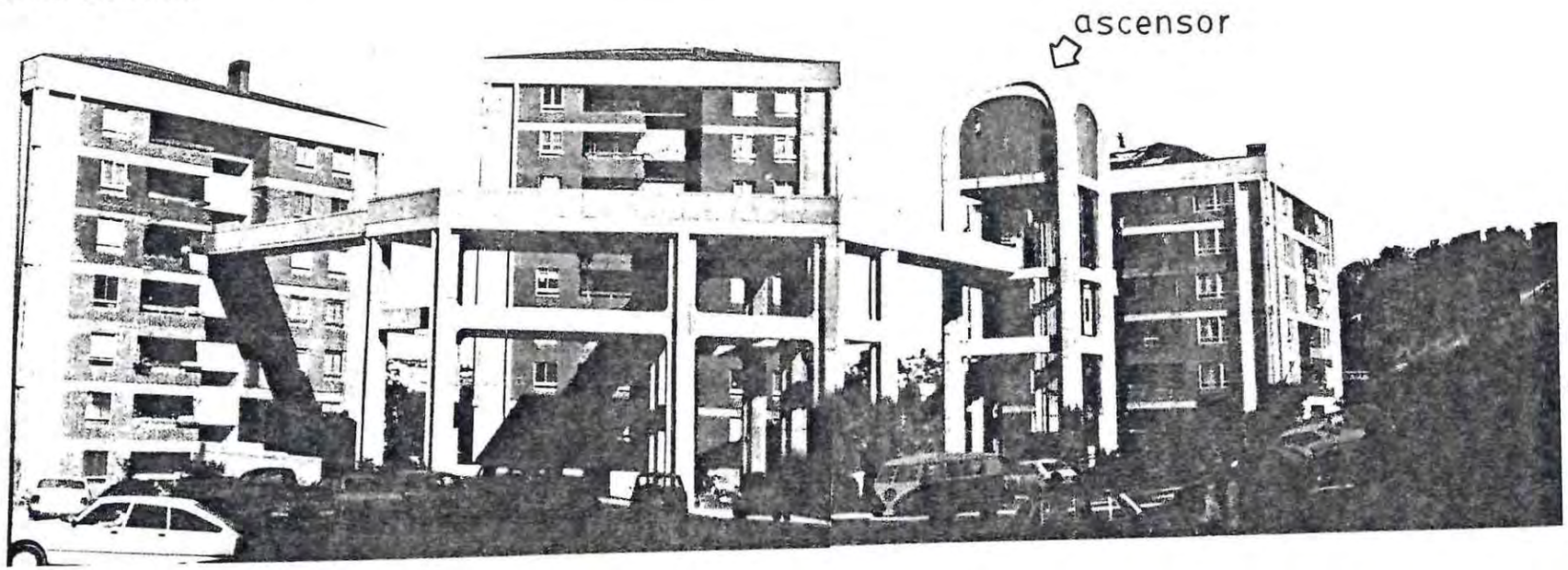


CONJUNTO HABITACIONAL LAS 7 HERMANAS
VIÑA DEL MAR

ESTE CONJUNTO ES UN BUEN EJEMPLO DE VIAS DE EVACUACION EFICIENTES



cada tercio del edificio
tiene una salida.

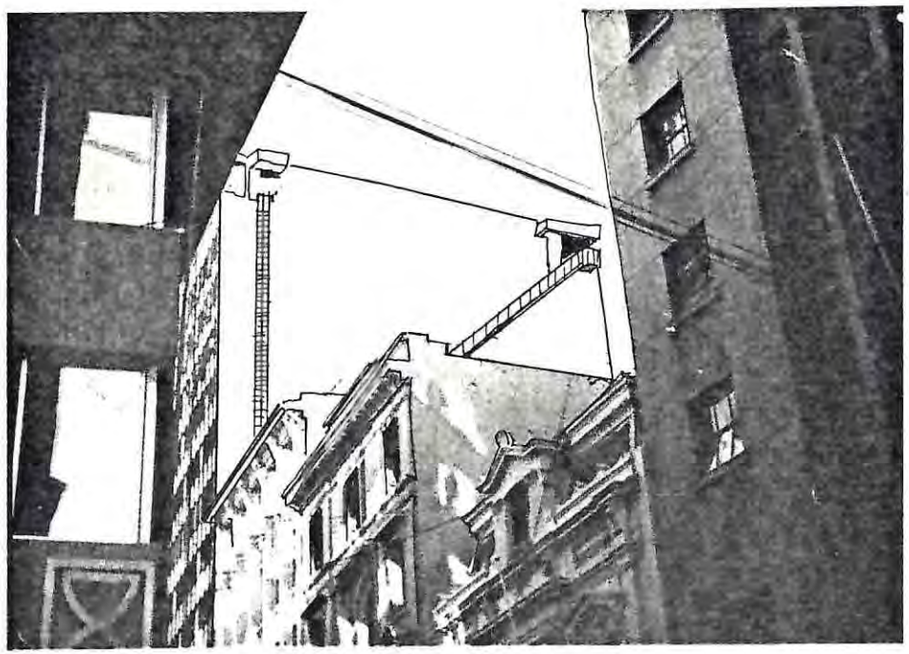




salida desde la parte alta del edificio a la estructura exterior. La amplia terraza asegura una permanencia protegida.



un ascensor exterior para dos torres. El alejamiento lo proteje de los efectos del fuego.



El edificio Rapa Nui en Valparaíso, es considerado de alto riesgo ya que posee un muro cortina de material plástico. Se mejoraron sustancialmente sus posibilidades de evacuación, instalando escalas exteriores por sus dos fachadas ciegas. Estas escalas llegan a las terrazas de los edificios vecinos.

7.2. RELACIONES HORIZONTALES.

La Ordenanza señala que la distancia máxima desde la puerta de acceso a un departamento u oficina hasta el ingreso a una zona vertical de seguridad es de 38m., la cual sería una distancia prudente a recorrer en la emergencia. Sobre las escaleras normales, señala un máximo de 30 metros (datos seguramente obtenidos del Neufert). Es fundamental que los pasillos no posean elementos combustibles, de manera que resulte improbable que estalle un fuego en la ruta de escape.

Los pasillos de circulación general de los edificios de departamentos y/u oficinas deben tener un ancho mínimo de 1,40 m. (?), cuando sirvan a una superficie igual o inferior a 500 m^2. Este ancho se aumenta en 0,50 m. (?), por cada 500 m^2 de superficie de exceso sobre el límite indicado o fracción superior a 250$m.^2$ (NCH 964. c72 (37)). Estos valores resultan inconvenientes ya que no guardan relación con el módulo de paso 0,60 m.

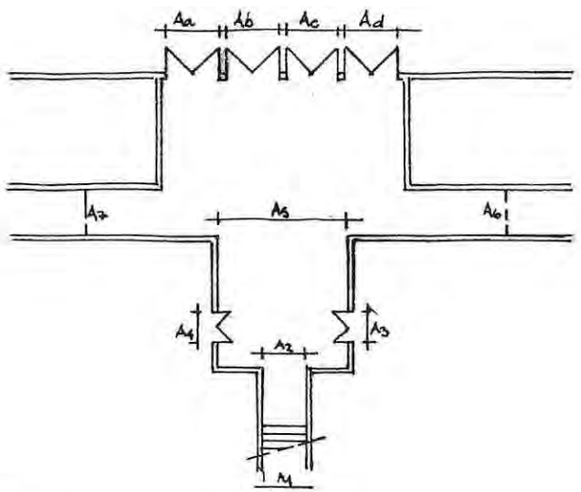
Las salidas deben ser fácilmente accesibles y su anchura debe ser proporcional al número de personas a evacuar, sin embargo nunca serán inferiores a 2,00 m. en edificios de esparcimiento, espectáculos y reunión de personas, y a 0,80 m. en edificios destinados a viviendas y/u oficinas.

Las vías que conducen a las salidas deben estar convenientemente iluminadas y ventiladas a fin de evitar la acumula-

ción de humos. Estarán señalizadas y las puertas abrirán siempre en el sentido de la salida. Las puertas correderas y las de vaivén no se consideran como salidas de emergencia (no deben utilizarse como acceso a la zona vertical de seguridad).

Debe ser preocupación del arquitecto la simplicidad y claridad en los recorridos horizontales, evitando situaciones laberínticas y pasillos ciegos. Sería conveniente que las vías de escape estén ubicadas en situaciones terminales de modo tal de no buscarlas, sino encontrarse con ellas. Por ningún motivo se deben permitir estrechamientos de las vías horizontales por mal diseño o por interrupción con maceteros u otros elementos.

Se debe procurar disponer de planos esquemáticos del edificio (especialmente en hoteles y hospitales) donde se grafiquen las salidas, rutas de emergencia, citófonos, cajas de incendios, etc...



$A1 = A2$

$A4 + A2 + A3 = A5$

$A7 + A5 + A6 = Aa + Ab + Ac + Ad$

7.2.1. METODO DE CALCULO DE VIAS HORIZONTALES DE EVACUACION, SEGUN LA ORDENANZA ESPAÑOLA.

La anchura mínima libre en cada punto de una vía horizontal de evacuación se calcula mediante la siguiente expresión:

$$A = 0{,}60 \frac{N}{K}$$

en la cual:

A= Ancho mínimo libre en metros de la vía de evacuación en cada punto de ésta. En caso de utilizarse la expresión para el dimensionamiento de salidas, el ancho A será el ancho mínimo total útil suma de las mismas.

N= Número de personas que pueden utilizar la vía de evacuación en el sentido de ésta y en el punto cuya anchura se desea obtener. Para dimensionamiento de salidas, dicho número de personas será el total de las que puedan utilizar el conjunto de las mismas.

K= Coeficiente de función del uso del edificio, el cual adoptará los siguientes valores:

Uso de vivienda: K=60
Uso sanitario : K=30
Otros usos : K=100

En aquellos locales con superficie superior a 100 m^2 y cuyo uso habitual implique la permanencia de un número de perso-

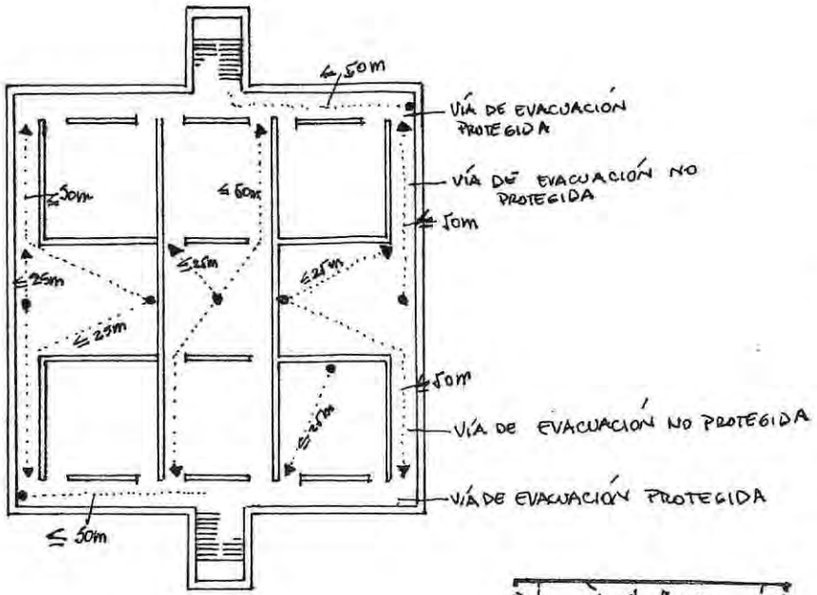
nas superior a 50, el ancho total de las salidas de que disponga el local, se determinará mediante la expresión anterior pero usando un coeficiente K=100.

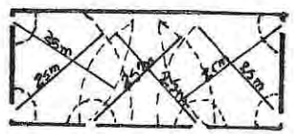
Los valores resultantes de la aplicación de la expresión anterior se regularizarán de la siguiente forma:

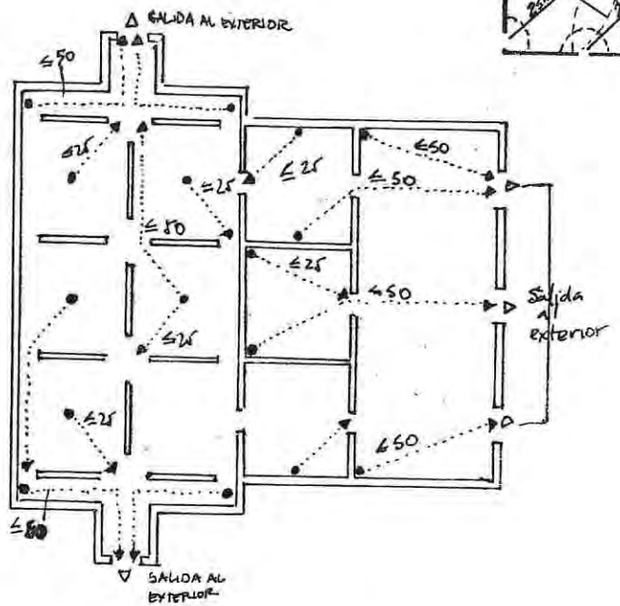
Valores obtenidos para A, en cálculo	Valores a adoptar
$A \leq 0{,}80$ m.	0,80 m.
$0{,}80$ m. $< A \leq 1{,}20$ m.	1,20 m.
$1{,}20$ m. $< A \leq 1{,}80$ m.	1,80 m.
$1{,}80$ m. $< A$	Valor de cálculo

A efectos de cálculo y a fin de distribuir el ancho en las salidas de un local, obteniendo mediante la expresión dada anteriormente, se tomará como ancho útil de cada puerta los siguientes valores:

Anchura real de cada puerta	Ancho útil a considerar
0,80 m. $\leq$ anchura real $<$ 1,20 m	0,80 m.
1,20 m. $\leq$ anchura real $<$ 1,80 m.	1,20 m.
1,80 m. $\leq$ anchura real	anchura real







(Cabe señalar, que los valores indicados son múltiplos de 0,60 o sea, están de acuerdo al módulo de paso. No sucede lo mismo en la normativa chilena).

El número de salidas será de dos hasta una ocupación de 500 personas adicionales o fracción.

La disposición de las salidas se realizará de tal manera, que las rectas que unan los centros de dos salidas entre las cuales no existe ninguna otra, con cualquier punto del local situado a menos de 25 m. de ambas puertas no formen entre sí un ángulo menor de 45°, pudiendo exceptuarse de dicha condición los puntos del local situados a menos de 5 m. de una de las puertas consideradas.

Desde cualquier punto de una planta, el recorrido horizontal de evacuación dentro de la misma, deberá cumplir simultáneamente las dos condiciones siguientes:

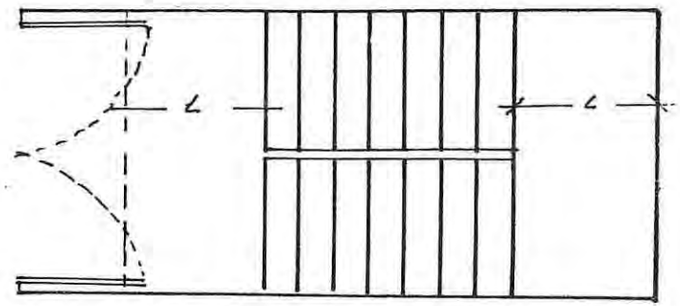
- La distancia máxima desde cualquier punto de un sector de incendio hasta una salida del mismo será de 25 m. si dicha salida conduce a un sector de incendio inmediato, y de 50 m. si la salida conduce a un espacio exterior al edificio.

Según la Ordenanza española, se denomina "sector de incendio" a los compartimentos limitados por elementos resistentes al fuego. Especifica los siguientes espacios como "sectores de incendio".

- La totalidad del edificio, respecto a los edificios inmediatos.

- Cada planta de sótano.
- Los locales en los que se prevea gran riesgo de incendio como: sala de maquinaria de ascensores, cuarto de calderas, sala de centralización de aire acondicionado, cuarto de transformadores, grupo eléctrogeno y grupos de presión, cuartos de basuras y conductos verticales de los mismos, zona de trasteros, cuartos de medidores de electricidad y locales para almacenamiento de combustible.
- Los locales que así lo exijan, por naturaleza de los ocupantes o por las actividades que en ellos se desarrollan, como quirófanos unidades de vigilancia intensiva, etc...
- Los locales o plantas del edificio cuyo uso no sea el del resto de la edificación como: plantas de oficinas en edificios de vivienda garajes, estacionamientos.
- LAS CAJAS DE ESCALERAS
- Los vestíbulos de independencia.
- Los huecos de aparatos elevadores.
- Los locales destinados a contener objetos o documentos de reconocido valor histórico, artístico, científico, económico o administrativo.
- Los locales destinados a alojar las centrales de las instalaciones de protección contra incendios.

Además, relacionan el tamaño de los compartimentos a las distancias a recorrer en caso de evacuación. Dice que la distancia máxima desde cualquier punto de un sector de incendio hasta una salida del mismo, será de 25 metros si dicha salida conduce a un sector de incendio inmediato; y de 50 m. si la salida conduce a un espacio exterior.



LAS PUERTAS DEBEN ABRIR SIEMPRE EN EL SENTIDO DEL ESCAPE Y NO OBSTRUIR EL FLUJO DE LOS PISOS SUPERIORES.

7.3. DISEÑO

La zona vertical de seguridad debe diseñarse para acoger dos actos fundamentales: la huída y el estar protegido. La huída normalmente se hará hacia abajo, estableciendo una distancia con respecto a la fuente de riesgo; mientras mayor sea la distancia menor será el riesgo.

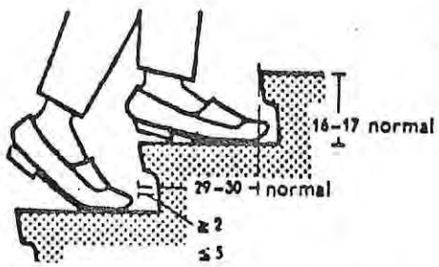
En todos los incendios analizados, los edificios quedaron "cortados" por el fuego, el cual invadió las vías de relación vertical, por lo que desde el piso amagado hacia abajo la gente pudo huir usando cualquier ruta, pero desde este piso hacia arriba, la única posibilidad era subir, utilizando generalmente vías invadidas por los productos de la combustión, llegando a las terrazas con la esperanza de ser evacuados por helicópteros, o de que el fuego fuese controlado.

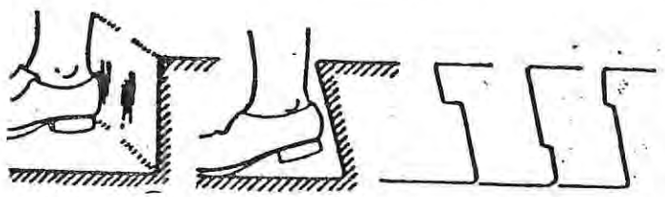
Teóricamente podríamos considerar la zona vertical de seguridad como un espacio invulnerable, pero en la práctica esto no es verdad ya que el mejor sistema está sujeto a fallas, ya sea en su mecánica o en su uso. La zona vertical de la Torre Santa María estaba diseñada de forma aceptable y contaba con los más modernos sistemas, pero las cuñas puestas en una de las puertas y el hecho de que los sistemas fuesen accionados manualmente, confiándose esta función a una maniobra humana, provocaron su inutilización. Por lo tanto siempre debe considerarse como posibilidad de menor seguridad pero existente la evacuación hacia la te-

PASAMANOS



PELDAÑOS





rraza, por lo que se la debe diseñar de manera que soporte el peso del helicóptero y tenga una dimensión adecuada, también debe procurarse que esté siempre despejada. Nuevas técnicas hacen más seguro este tipo de rescate, utilizando jaulas colgantes, lo que permite a la máquina una mayor distancia evitando las corrientes ascendentes. Esta posibilidad sólo es válida en los primeros momentos del incendio. Cuando éste ya ha tomado magnitud, las corrientes ascendentes no permiten maniobrar a la máquina y la radiación de los productos de la combustión sobre la terraza hacen imposible la supervivencia en ella. Cabe la posibilidad de diseñar protecciones adecuadas que permitan la permanencia en este lugar.

Una de las claves de una buena evacuación es la continuidad del flujo. Los medios que conducen en forma discontinua no son buenos. Por ejemplo los ascensores al margen de la vulnerabilidad de su sistema motriz, serían inadecuados para una huída masiva. Podemos hacer una analogía con la clásica imagen de los naufragios: "todos al verse en peligro quieren ser los primeros en abordar los botes de salvataje, lo que provoca pánico y fracaso en la maniobra".

La escalera es el sistema contínuo más difundido, la Ordenanza lo aconseja. Su inconveniente reside en el peligro que significa el bajarlas corriendo, práctica desaconsejable pero inevitable. Los descansos si bien están destinados mayormente a la subi

RELACION ENTRE LA CONCENTRACION DE PERSONAS EN ESCALERAS Y EL MOVIMIENTO DE AVANCE.

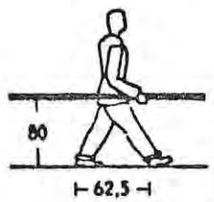
concentración de personas en escaleras, en M^2 por persona.	movimiento de avance en M por minuto.	descarga resultante, en personas por módulo de anchura por minuto.
0,25	16	39
0,3	23	45
0,35	25	43
0,4	28	43
0,45	32	43
0,5	35	43
0,55	39	43
0,6	42	43
0,65	43	40
0,7	44	39
0,75	45	37
0,8	46	35
0,85	46	33
0,9	47	31
0,95	47	30
1	48	29
1.1	48	26
1.2	48	24
1,3	48	22
1.4	48	21
1.5	48	19

da, permiten el empalme con los diferentes pisos y le dan a la bajada cierto ritmo repetitivo, el cual no debe alterarse con modificaciones sorpresivas, no se deben admitir cambios de pendiente aún cuando los pisos tengan diferente altura. Tampoco se deben permitir las escaleras en espiral o helicoidales, ya que su forma favorece la invasión del humo.

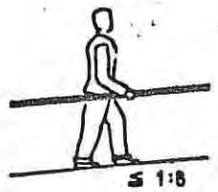
Los tramos deben ser rectos y los descansos no deben tener forma de abanico, teniendo una profundidad por lo menos igual al ancho de la vía. Para edificios debe tener, según la Ordenanza un ancho mínimo de 1,20 m. o sea 2 módulos de paso. Según la tabla de relación entre la concentración de personas en escaleras y el movimiento de avance, el mayor rendimiento se obtiene con 0,3 personas por m^2, lo que provoca un avance de 23 metros por minuto y una descarga resultante de 45 personas por módulo de anchura por minuto (Consejo Colombiano de Seguridad).

Si bien las escaleras permiten una evacuación exitosa, generalmente no disponen de espacio para permanecer refugiado. Si una persona tiene problemas para desplazarse, debe permanecer en una vía de circulación con los siguientes problemas para ella y para la continuidad de la evacuación. Cabe por lo tanto la necesidad de diseñar un espacio apropiado; lo lógico es sin duda ampliar los descansos, dándoles una superficie adecuada según el uso del edificio.

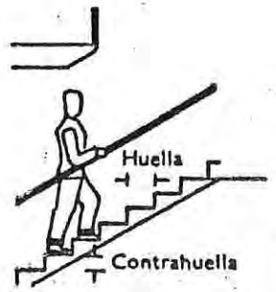
Las puertas deben ser incombustibles, con una resistencia mínima de 30 minutos, evitando los puentes térmicos. Una bue



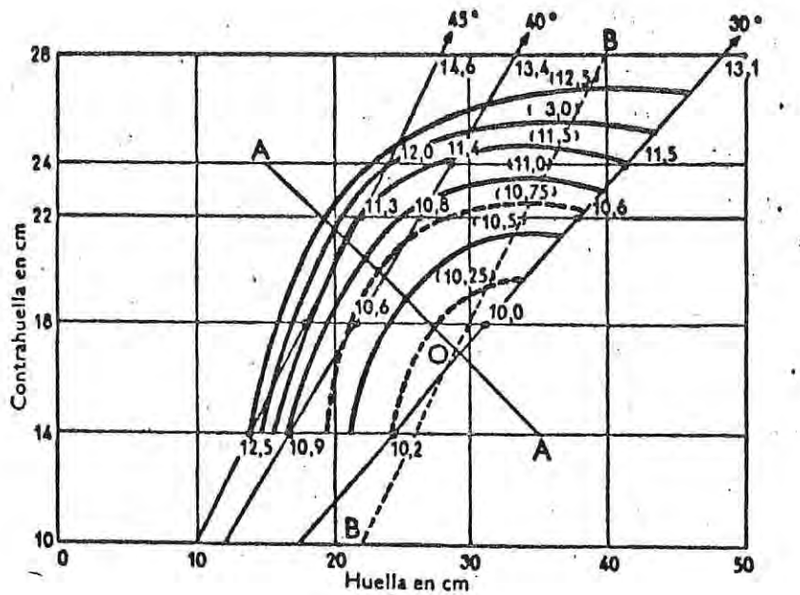
Paso normal de un adulto terreno horizontal



Al aumentar la pendiente disminuye la longitud del paso. Pendientes de ascenso cómodo hasta 1 : 10 — 1 : 8



La escalera con peldaños de 17/29 se considera la más cómoda; 2 contrahuellas + 1 huella = = 63 cm (longitud de paso)

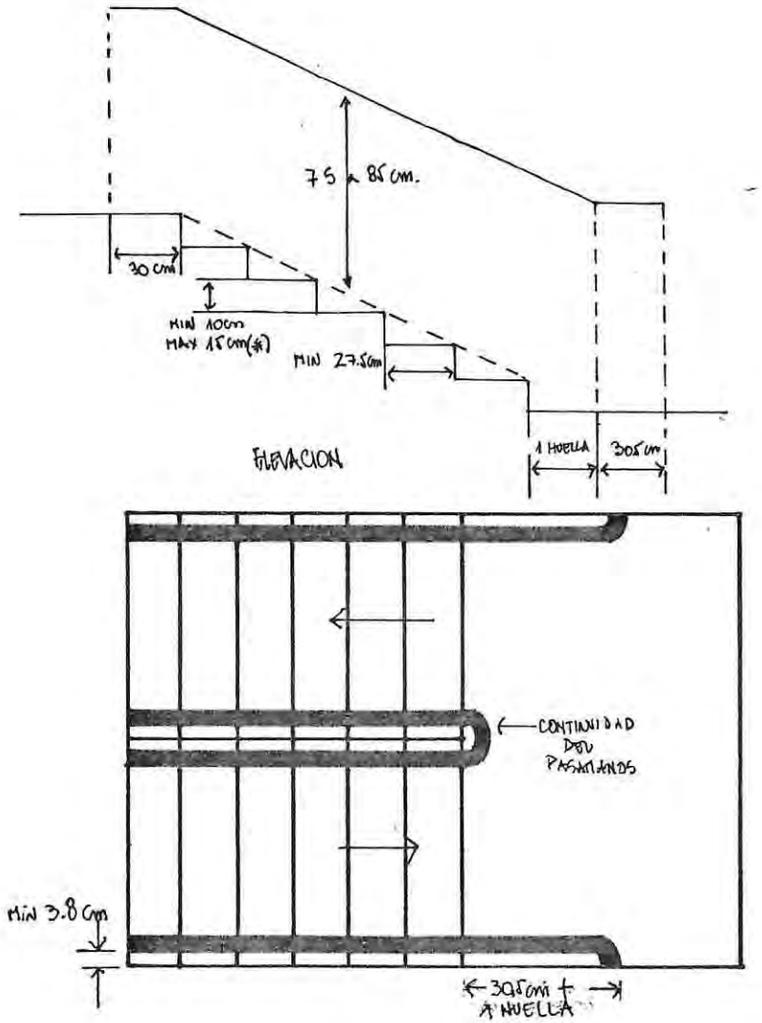


na solución son las puertas de vidrio armado con malla de acero, el cual tiene un excelente comportamiento al fuego y permite percibir la luminosidad de la zona vertical, apelando a una reacción instintiva del hombre que asocia la luminosidad natural con la seguridad (pero debe ser lo suficientemente opaca para que no traspase la radiación del fuego). Las puertas deben ser abatibles y abrir en el sentido de la salida, teniendo cuidado de no obstruir el flujo desde los pisos superiores. Recordemos que la mayor tragedia ocurrida en Chile en un incendio, fue motivada porque las puertas abrían hacia adentro (Iglesia de la Compañía).

"La pendiente de las escaleras se obtiene por lo general de la antigua y conocida fórmula:

2 contrahuellas + 1 huella = 61a 64 cm., en promedio 62,5 cm. y también, aunque menos frecuente, a 1 contrahuella + 1 huella = 48 cm.

Con estas fórmulas no están resumidas todas las posibilidades de pendientes favorables para escaleras, como lo ha demostrado el Dr. Lehrmann del Waiser Wilhem Institut de Dortmund, en sus ensayos con más de 1000 personas, por el consumo de energía para distintas pendientes. Los resultados obtenidos con una misma persona se representan por curvas. Del gráfico puede deducirse cual es la contrahuella más favorable para una huella determinada, o recíprocamente. La relación conveniente entre contrahuella y huella se indica en el gráfico por la línea B-B que corresponde a la fórmula: 1 huella - 1 contrahuella = 12 cm.



escalera de emergencia
(Life safety code)
(*propone una contrahuella max. de 15cm.)

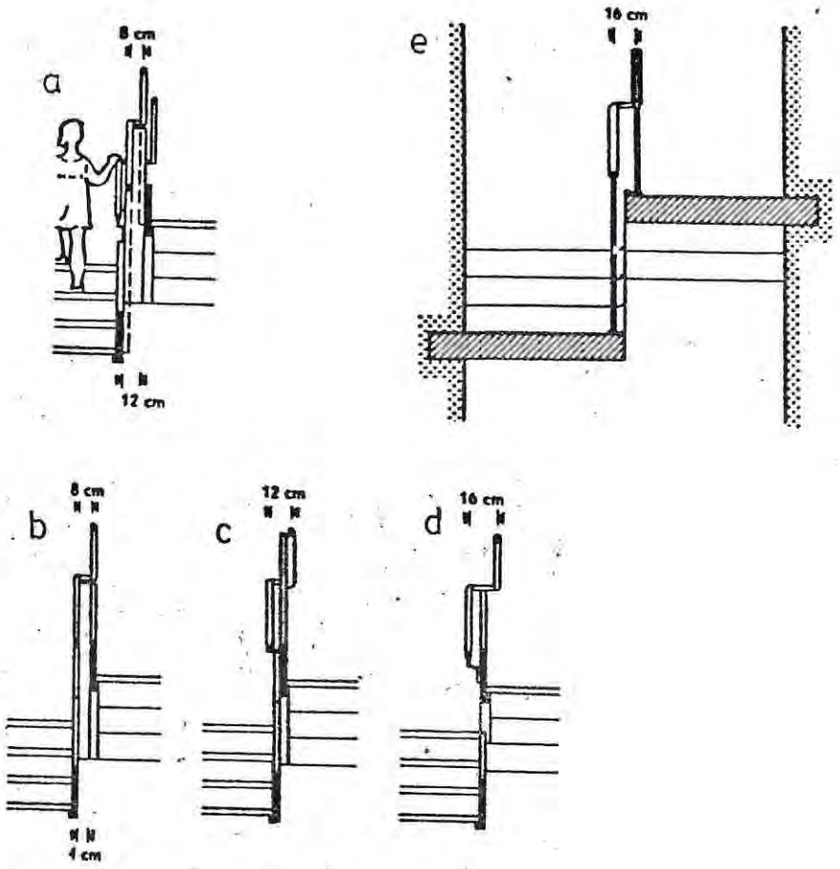
En el gráfico de la energía consumida según la forma de la escalera, las ordenadas representan las contrahuellas y las abscisas las huellas, en cm. Los números del interior de la figura indican calorías consumidas por Kgm. de trabajo ascensional y los superiores los grados de pendiente de la escalera. Las curvas se obtienen uniendo los puntos con el mismo consumo de calorías. Todos los peldaños correspondientes a una misma curva requieren la misma energía por Kgm. de trabajo." *31

Los planos de huella de los peldaños deben ser resistentes al desgaste y NO RESBALADIZOS.

Para evitar las desagradables manchas ocasionadas por el roce de los talones en los peldaños macizos de frente vertical, se recurre a los peldaños de frente rehundido que, además de tener mejor apariencia, aumentan la anchura del plano de huella.

Según las "Prescripciones Para la Protección Contra Accidentes", toda escalera de más de 10 escalones debe llevar una barandilla firme. La altura del borde superior del pasamanos sobre las aristas de los peldaños debe ser de 0,90 m. Según el "Life Safety Code" los pasamanos deben diseñarse de tal manera que resistan una carga de no menos de 75 Kg. aplicada en cualquier punto hacia abajo u horizontalmente, debiendo dejar un claro de a lo menos 3,81 cm. entre el pasamano y la pared a la cual están sujetos. El pasamano no debe interrumpirse al llegar a los descansos.

* 31, NEUFERT



A la altura de la cadera, que viene a ser también la altura del pasamanos, necesitan las personas una anchura mayor que a la altura de los pies y menor que a la de los hombros. Por lo tanto, la disposición de los pasamanos algo salientes con relación a las zancas es conveniente para la facilidad del paso y además facilita la fijación a la zanca de los barrotes de la barandilla. En las escaleras de dos tramos, también llamada escalera de ida y vuelta, conviene dejar un ojo de 12 cms. por lo menos para fijar los barrotes por delante de las zancas.

a) Barandilla con dos pasamanos, uno para adultos y otro para niños.

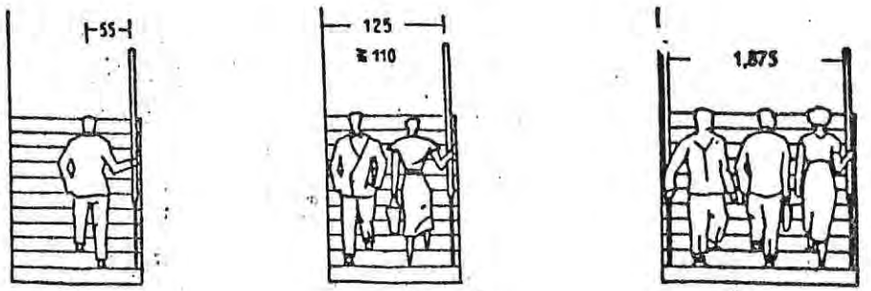
b-e) Disposiciones desfavorables de zancas y barandilla.

c) Escalera sin ojo, zanca contra zanca.

d) Zanca sobre zanca.

e) De losas empotradas.

ANCHURA



Las puertas deben abrirse siempre en el sentido de la evacuación, sin quitar espacio a los descansos. "La longitud de los descansos se calcula por la siguiente fórmula:

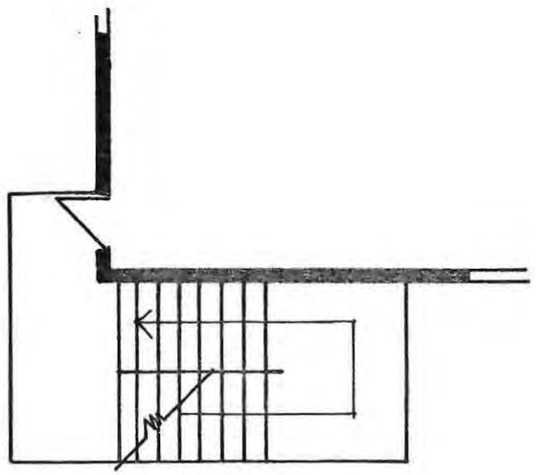
N pasos + 1 huella = L

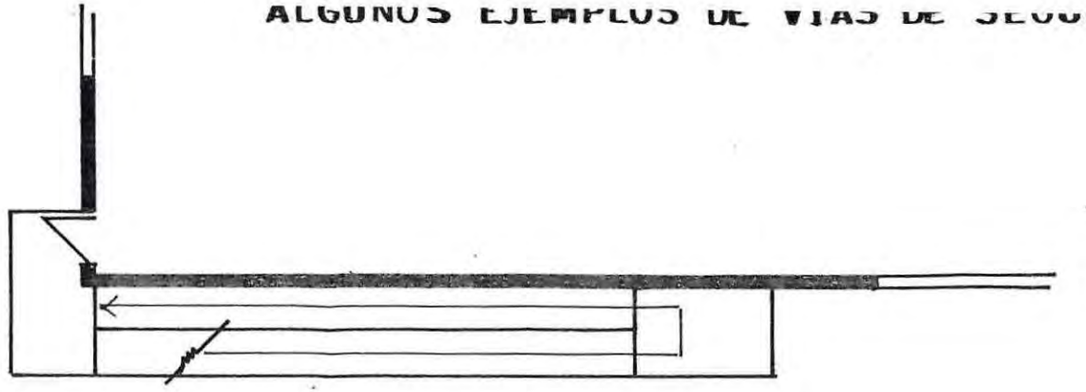
Por ejemplo con peldaños de 17/29

= 1· 63 + 29 = 92 cm. (pero no es recomendable que L sea menor al ancho de la vía) o bien 2· 69 + 29 = 1,55 m." *32

*32, NEUFERT

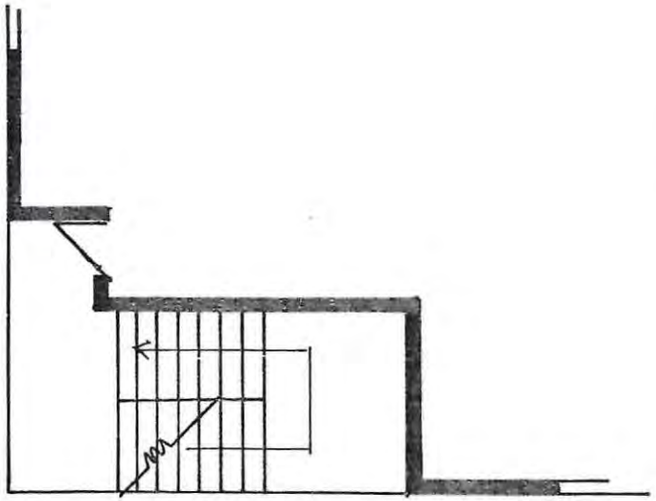
ALGUNOS EJEMPLOS DE VIAS DE SEGURIDAD EXTERIORES

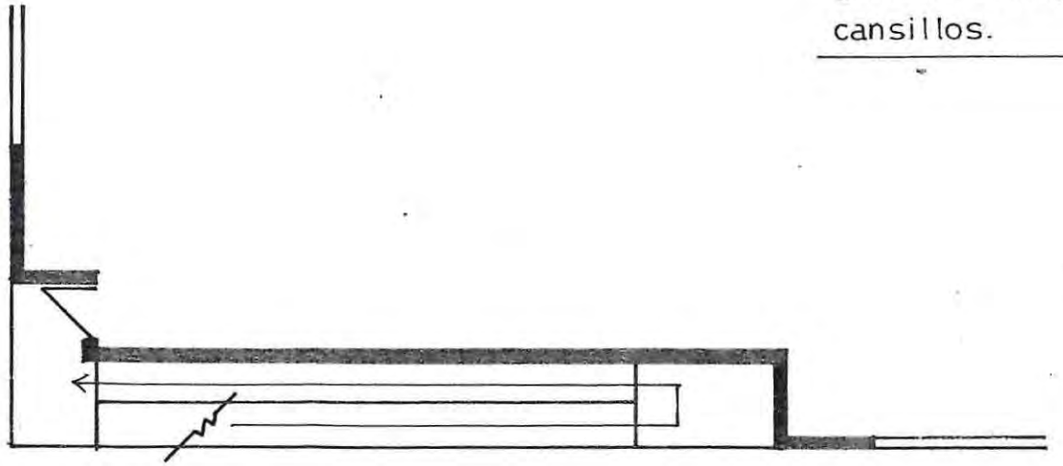




±750
desarrollo necesario para una rampa de 10° (inclinación media)

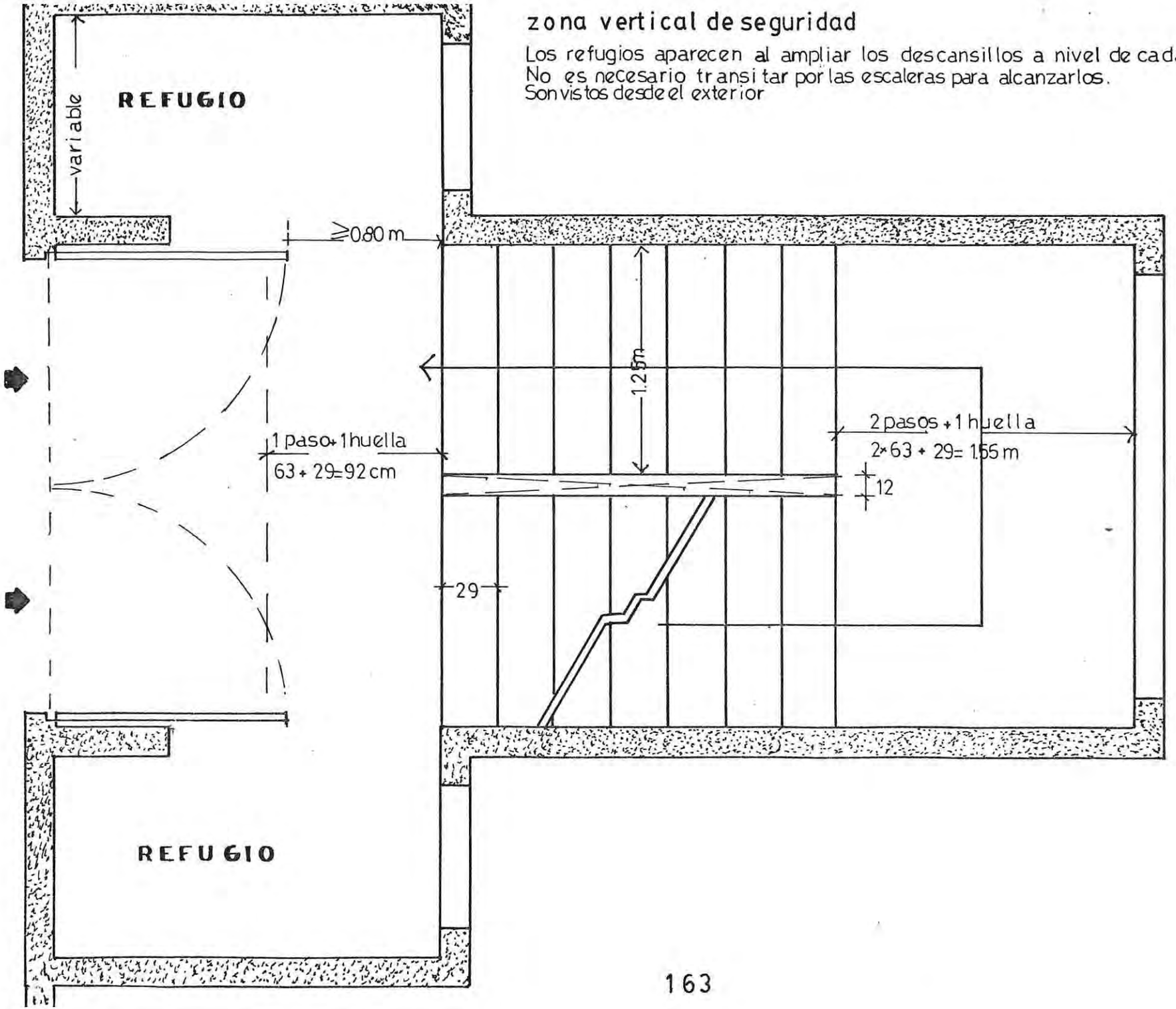
los espacios de refugio se generan al ampliar los descansillos.

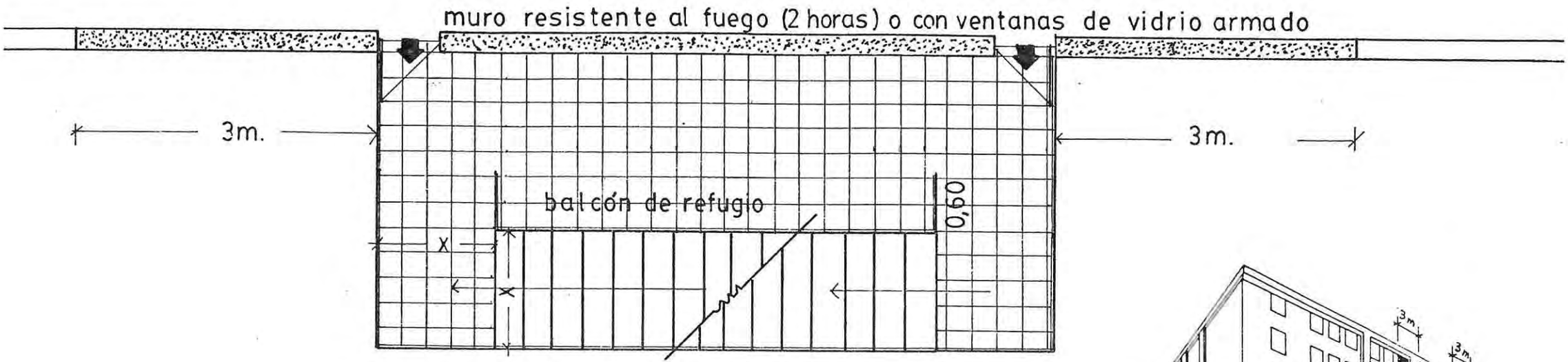




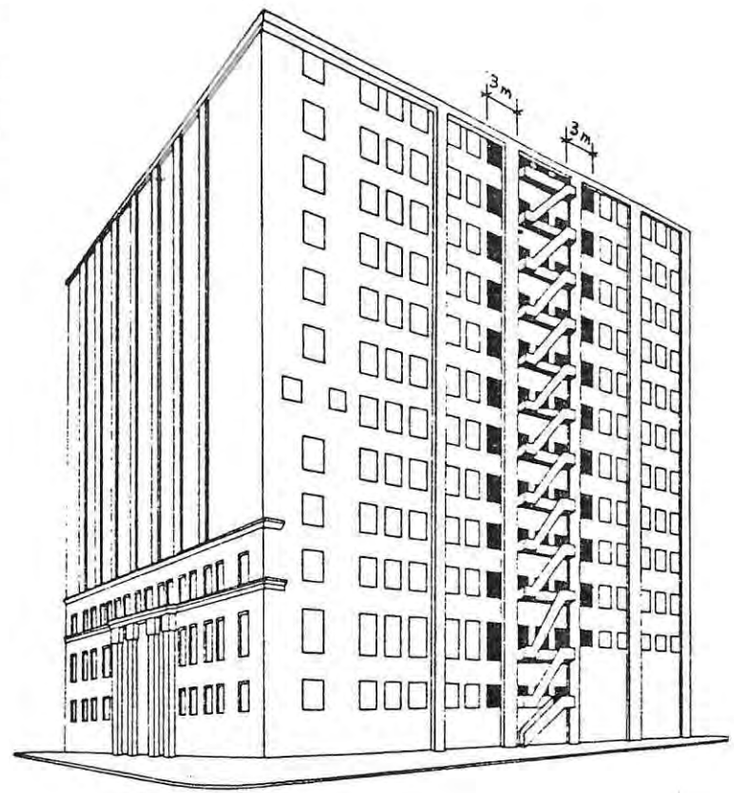
zona vertical de seguridad

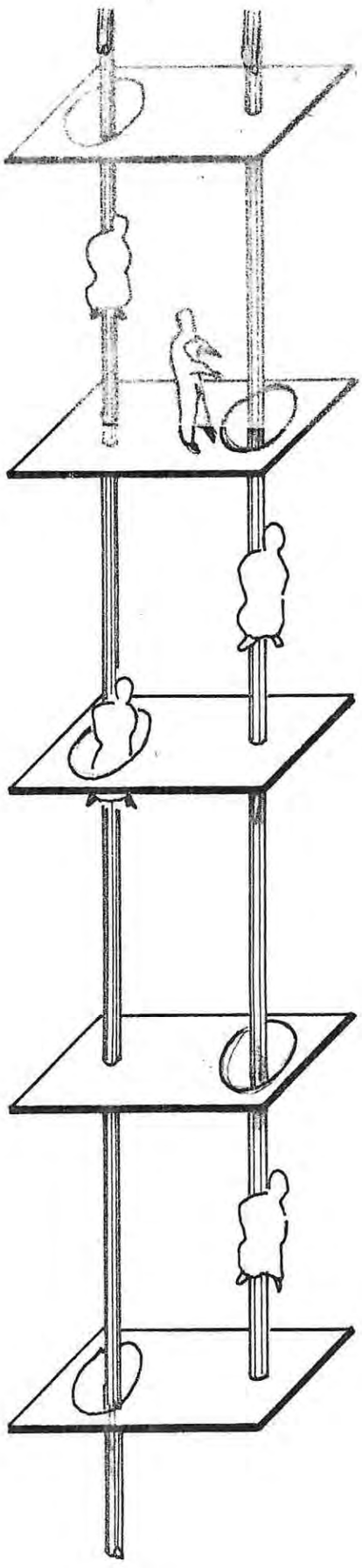
Los refugios aparecen al ampliar los descansillos a nivel de cada piso.
No es necesario transitar por las escaleras para alcanzarlos.
Son vistos desde el exterior

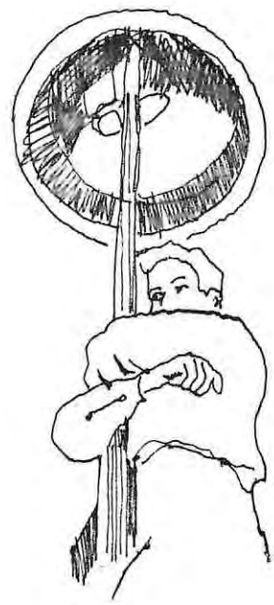




ZONA VERTICAL DE SEGURIDAD EXTERIOR .





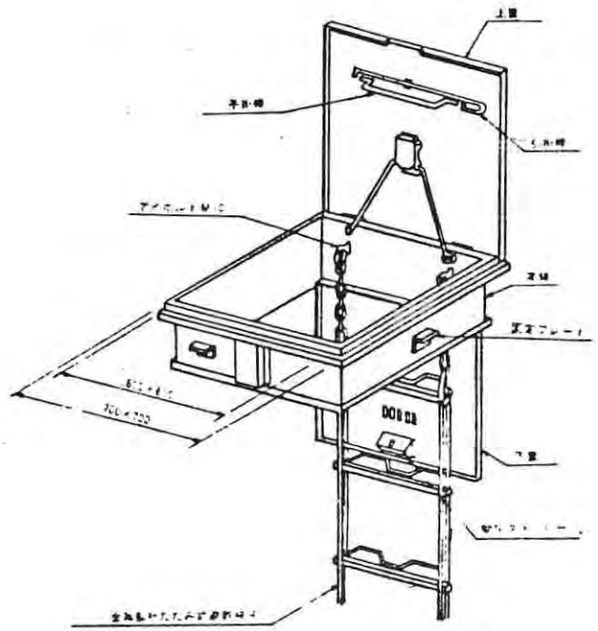


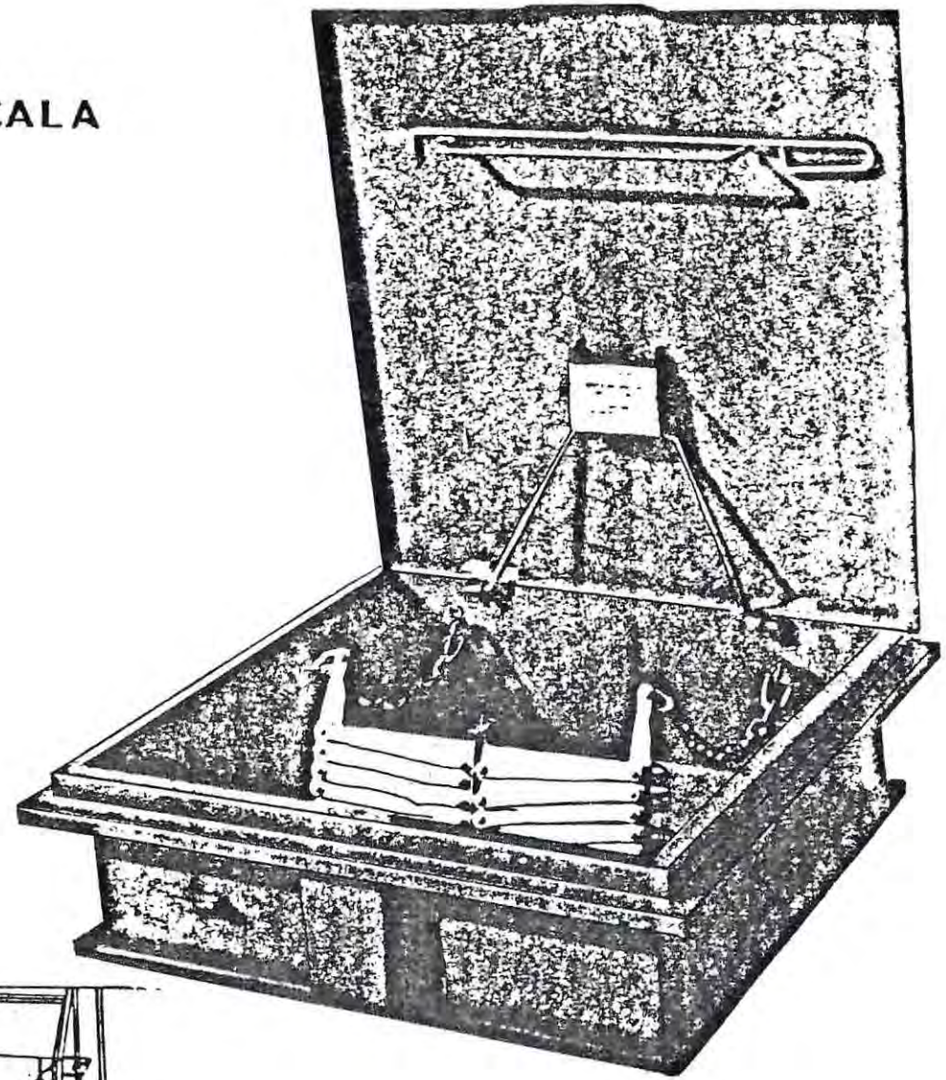
SISTEMA DE EVACUACION DE EMERGENCIA

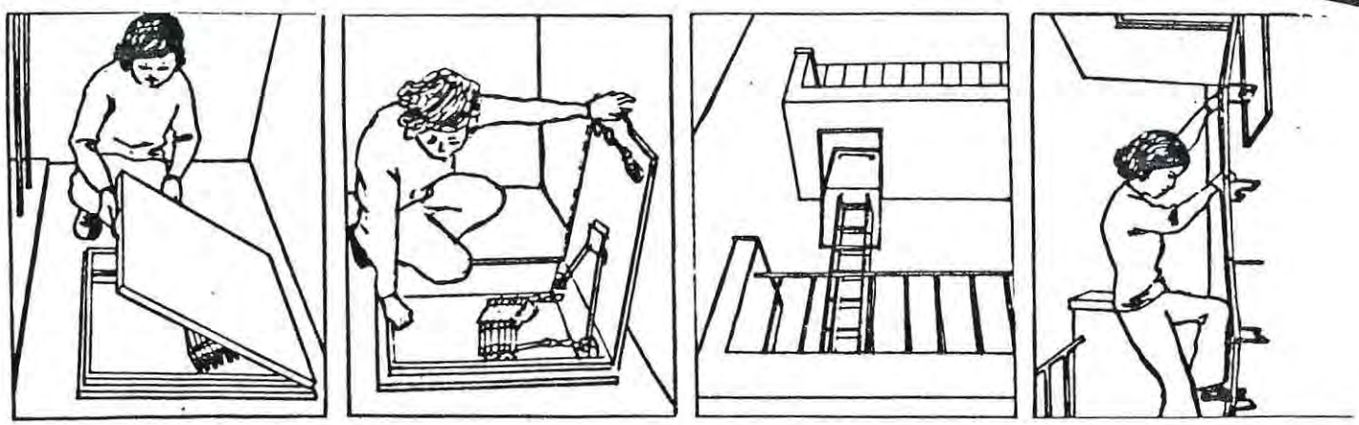
DESLIZAMIENTO POR TUBO

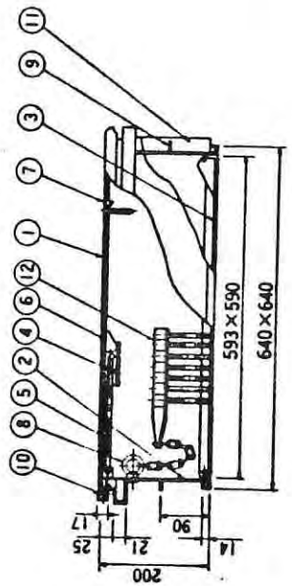
Este sistema puede usarse como última posibilidad de evacuación. Es rápido, efectivo y barato, pudiéndose adicionar a balcones existentes. El tubo puede ser remplazado por escalas verticales, con éstas se hace más lenta pero más segura la bajada.

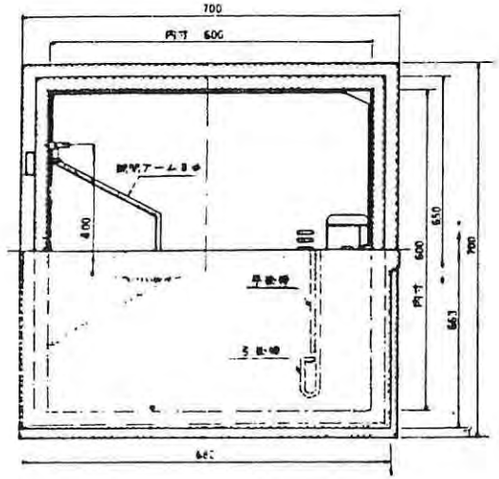
SISTEMA DE ESCALA EXTENSIBLE

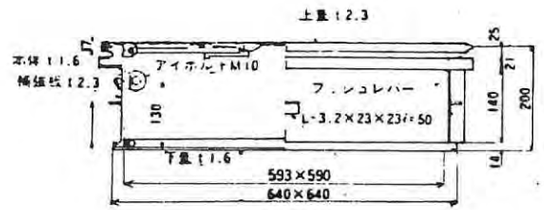


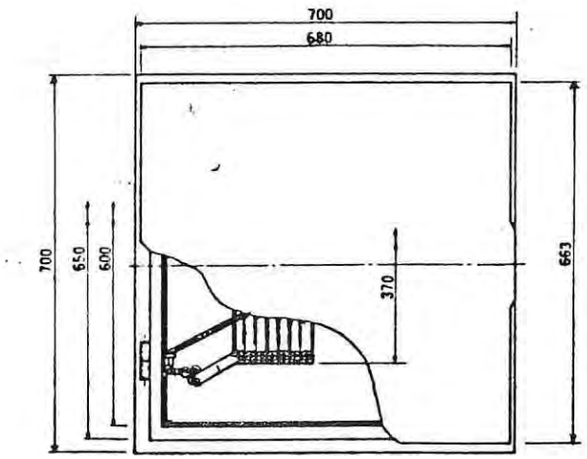


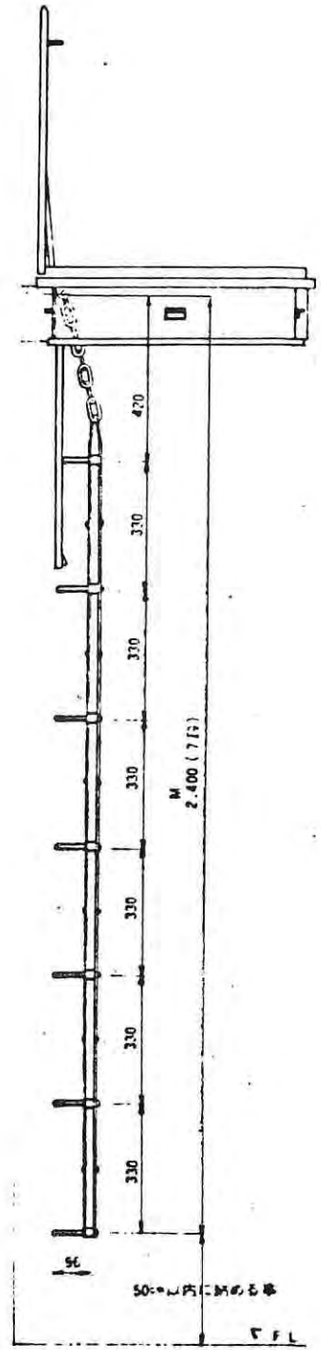



593×590
640×640
200
25
21
17
90
14


700
内寸 600
手摺
680
663


上皿 t 2.3
アイボルトM10
フックレバー
L-3.2×23×23×50
下皿 t 1.6
593×590
640×640


700
680
700
650
600
370
663


420
330
330
330
330
330
330
2,400(7段)
50
50cm内に納める事
FFL

B. 7.3.1. METODO DE CALCULO PARA ANCHOS DE VIAS VERTICALES DE SEGURIDAD SEGUN LA ORDENANZA ESPAÑOLA.

Según las normas españolas vigentes, el ancho de las escaleras de evacuación se calculan mediante la siguiente expresión

$$A = 0{,}60 \frac{N}{K} P$$

en la cual:

A= Ancho mínimo libre en metros del recorrido considerado.

N= Número máximo de personas que concurran en dicha escalera desde la planta considerada, en caso de evacuación. Dicha concurrencia se evaluará en base a la organización de las vías horizontales de evacuación de la planta, así como a la limitación de los recorridos máximos a lo largo de las mismas. Si por encima de la planta considerada existiese alguna que aportase conforme a los mismos criterios anteriores un número mayor de personas a cada escalera, se tomará dicho número de personas en lugar del correspondiente a la planta considerada.

K= Coeficiente de función del edificio, el cual adoptará los siguientes valores:

Uso de vivienda : K = 45
Uso sanitario : K = 22
Otros usos : K = 65

P= Coeficiente de función del número de planta existentes por en-

cima de la planta cuya escalera se desea dimensionar.

Dicho coeficiente adoptará los siguientes valores:

Número de Plantas.

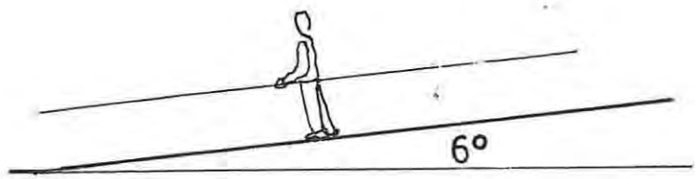
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4

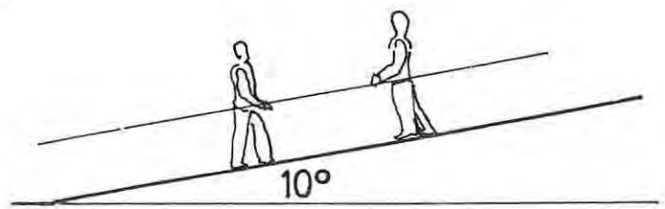
Número de Plantas.

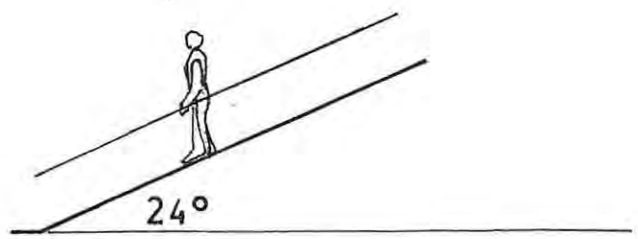
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	$\geq$ 20
P	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4

En el dimensionamiento de una escalera, los valores resultantes de la aplicación de la expresión anterior, se regularán de la siguiente forma:

Valores obtenidos para A, en cálculo	Valores a adoptar
$A \leq 0,80$ m.	0,80 m.
0,80 m. $< A \leq$ 1,20 m.	1,20 m.
1,20 m. $< A \leq$ 1,80 m.	1,80 m.
1,80 m. $< A$	Valor de Cálculo.







B. 7.4. RAMPAS.

Sin duda las escaleras no son soluciones óptimas para una evacuación, por las dificultades que implica bajarlas rápidamente. Mucho mejor resulta transitar bajando por un pendiente llana, de ahí que las rampas sean soluciones mucho mejores. Su gran inconveniente es sin duda el gran desarrollo motivado por su poca pendiente. Esto hace poco factible su uso en zonas verticales de seguridad, pero vale la pena tenerlas en cuenta para casos especiales en que sea factible su utilización (rampas exteriores)

Las rampas según su pendiente se clasifican como:

1) Rampas muy tendidas, que no requieren pavimento especial contra el deslizamiento. Hasta 6° de pendiente.

2) Rampas de inclinación media, que requieren un pavimento rugoso seguro contra el deslizamiento. De 6° a 10° de pendiente.

3) Rampas empinadas, que exigen un pavimento de listones transversales o la subdivisión del plano de la rampa en anchos escalones de poca inclinación. La separación entre los listones transversales debe ser constante en toda la rampa e igual a la longitud del paso. Es factible usarla como bajada de emergencia pero muy peligrosa de subir. De 10° a 24° de pendiente.

CONCLUSIONES GENERALES.

La gran mayoría de las edificaciones de altura existentes demuestran en su diseño, construcción y uso, un evidente descuido y falta de previsión en lo relativo al control de incendios.

Las vías de escape son inadecuadas e inseguras, incluso las de algunos edificios construidos durante la vigencia de la nueva Ordenanza. Considero que no existe conciencia de la real importancia de la zona vertical de seguridad. Un ejemplo claro lo constituye el hecho de que exista una sola zona de seguridad, por 2 o 3 zonas de tránsito normal. Si al dimensionar se obtuvieron n escaleras para conducir el tránsito habitual, es ilógico que exista sólo 1 para una evacuación de emergencia, cuando todos los ocupantes van a utilizarla a la vez, ya que no habrá ascensores trabajando. Lo lógico es exigir que todas las zonas verticales sean consideradas de seguridad. También para evitar la propagación del fuego a través de su ducto (efecto chimenea).

Se ha observado que los sistemas de red húmeda y red seca, si es que existen, están mal tenidos.

Con respecto a las modificaciones, los usuarios no tienen normalmente impedimentos legales para efectuarlas. Es común que se cierren los balcones y terrazas para convertirlas en bow

windows, facilitando la propagación del fuego por la vía exterior.

Los edificios generalmente no consultan en su diseño protección natural al sol, obligando a los moradores poner cortinajes, persianas y una serie de elementos combustibles que facilitarían la propagación del fuego por la vía exterior. También se ha descuidado la accesibilidad a los mismos para los carros bomba, rodeándose éstos de jardines y escaños.

Es importante promover la utilización de los sistemas de calefacción central y así suprimir una importante fuente de riesgo: Las estufas y toda suerte de aparatos similares. Además se debe fomentar la utilización de la energía solar.

Se debe establecer un sistema de clasificación de edificaciones con respecto a su peligrosidad (o carga combustible), de manera análoga a la legislación inglesa (Ver IV.B.3.), estableciendo normas para cada nivel, (Actualmente existe en consulta la Nch 1993. c 86, que trata de la clasificación de los edificios según la densidad de carga combustible). Así mismo, no debe permitirse el cambio de uso de los edificios sino para usos similares o de menor peligrosidad que el destino original. a menos que se tomen las medidas correspondientes.

Debe facultarse y asignar recursos a organismos fiscalizadores eficientes, para inspeccionar edificios y asegurar el cumplimiento de las normas.* Actualmente bomberos está facultado para hacerlo, pero no tiene recursos para ello. También se encuentran con el inconveniente de que los edificios, al ser consi-

* D.55. art. 1°

derados propiedad privada, hacen necesario contar con la autorización del administrador para ingresar. Debe estudiarse la posibilidad de considerar a los espacios comunes de los edificios como zonas semi-públicas para asegurar el acceso expedito.

Debe exigirse la realización de simulacros regulares en los edificios de altura, de tal manera de asegurar el conocimiento por parte del personal y los ocupantes de las medidas para evacuar el inmueble. Cuando los ocupantes de los edificios firmen sus contratos, la administración del edificio debería proporcionarles un documento en el que se describa la política y planes de evacuación del edificio. Los ocupantes deben dar su consentimiento a los mismos.

Debe incluirse en la formación de los profesionales de la construcción el fenómeno incendio y ponderarse de la misma manera que los sismos. En especial debe incorporarse al taller de arquitectura el diseño y construcción anti-fuego.

. Actualmente los edificios ya construidos no están afectos a la Ordenanza, por lo tanto es necesario establecer exigencias a los edificios ya construidos que no contemplan sistemas de seguridad apropiados, de manera tal que al menos se logre una seguridad aceptable.

Es fundamental completar y proponer las modificaciones necesarias a aquellos artículos de la Ordenanza relativos al tema ya que los actuales no garantizan la seguridad de las edificacio-

nes y de sus ocupantes.

Pero de poco servirán todas las medidas legales si no se crea una conciencia colectiva de la gravedad del problema. Los arquitectos deben comprender que el diseño y construcción anti-fuego forma parte de la problemática arquitectónica y no sólo son medidas engorrosas y caras que deben superponerse a la obra para lograr la aprobación municipal. La colectividad tiene un papel primordial en el resguardo de su propia seguridad, ya que no existe sistema eficiente sin un adecuado uso.

PROPOSICION A LA ORDENANZA.

ARTICULO 96: "Todo edificio de 7 o' más pisos deberá tener todas sus cajas de escaleras diseñadas como zonas verticales de seguridad. Las que desde su nivel superior hasta el de la calle, permitan a los usuarios protegerse contra los efectos del fuego, humos y gases y evacuar masiva y rápidamente el inmueble. Además deben evitar la propagación del fuego al resto del edificio a través del ducto vertical"

Sin perjuicio de otros requisitos específicos que establezcan las normas técnicas oficiales correspondientes, serán exigibles para la zona de seguridad de dichos edificios las siguientes normas generales según el caso:

a) Debe pasar a través de todos los pisos del edificio, ser accesible desde todos y cada uno de ellos y no distar más de 30 metros de la puerta de acceso a cada departamento, oficina o recinto de cada piso.

b) Debe salir a un espacio exterior de dimensiones tales que no entorpezcan la evacuación masiva y rápida del inmueble, espacio que deberá estar a nivel de calle y tener conexión directa con la misma.

c) Los elementos que la compongan deben garantizar una resistencia al fuego de a lo menos 2 horas y sus puertas deberán ser de cierre automático permanente o de emergencia, de resistencia al fuego de a lo menos 30 minutos. Se aceptarán ventanas en los muros resistentes, siempre que no sean practicables y posean vidrios armados con malla de alambre, de manera tal que aseguren una resistencia al fuego de 30 minutos. Estas deben ser abatibles en el sentido del escape, teniendo cuidado de no obstruir el flujo desde los pisos superiores. No pueden ser utilizadas puertas deslizantes ni basculantes.

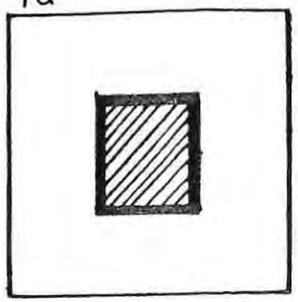
d) Debe disponer de alumbrado de emergencia destinado a prestar servicio cuando se interrumpa el suministro de energía eléctrica.

e) El recinto debe ser cerrado y disponer de un sistema de ventilación adecuado; natural a través de abertura en su parte superior y forzada por un sistema de presurización de aire.

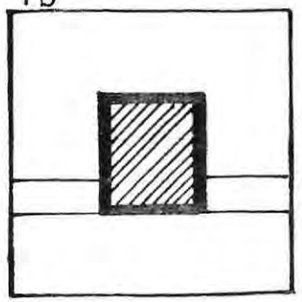
f) Debe permitir la evacuación rápida, masiva y segura de los ocupantes del edificio. La mejor manera de lograr este objetivo es consultando una escalera o una rampa en su interior, las cuales deben cumplir con los requisitos establecidos en esta Ordenanza.

g) Debe disponer de refugios destinados a la permanencia protegida de aquellas personas imposibilitadas de evacuar. Se debe acceder a ellos directamente sin que existan peldaños o desnivel desde la puerta de la zona de seguridad hasta el acceso a ellos. Deben poseer sistema de comunicación con el centro de control del edificio.

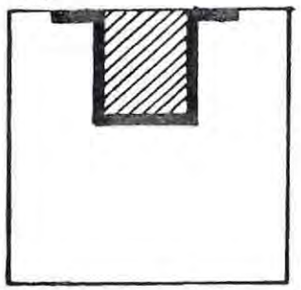
1a



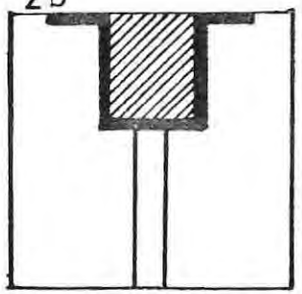
1b



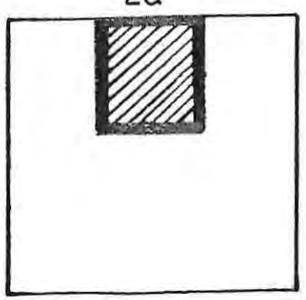
2c



2b



2a



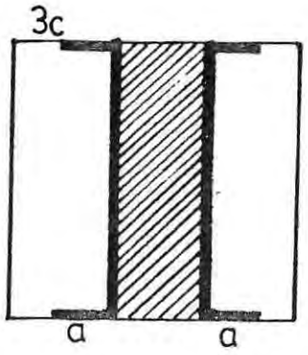
EJEMPLO DE SITUACIONES.
(DISPOSICIONES ESQUEMATICAS EN PLANTA)

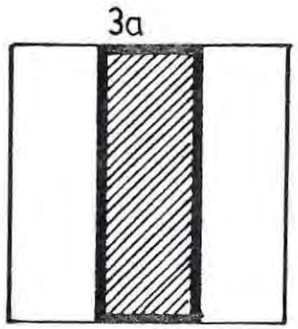
1.- La zona vertical de seguridad se ubica en el interior del edificio y su contorno no está en contacto con el exterior. En esta situación debe exigirse el cumplimiento de todas las condiciones descritas en los puntos a, b, c, d, e, f, g. (Fig. 1a y 1b).

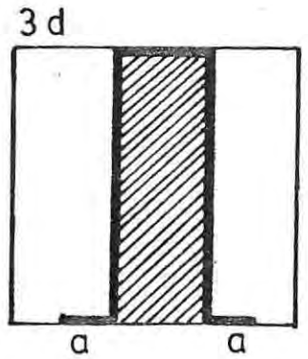
2.- La zona vertical de seguridad se ubica al interior del edificio y su contorno está en contacto con el exterior por uno de sus lados. En caso de que el lado en contacto con el exterior se encuentre cerrado, deben cumplirse las condiciones descritas en los puntos a, b, c, d, e, f, g, (Fig. 2a). En caso de proyectarse dicho lado abierto, deben cumplirse todas las condiciones exceptuando el punto e . En este caso, los muros resistentes al fuego deben prolongarse un mínimo de 3 metros hacia ambos lados. (Fig. 2b, 2c).

3.- La zona vertical de seguridad se ubica al interior del edificio y su contorno está en contacto con el exterior por dos de sus lados. En esta situación debe exigirse el cumplimiento de todas las condiciones señaladas en los puntos a, b, c, d, e, f, g, cuando ambos lados en contacto con el exterior se encuentran





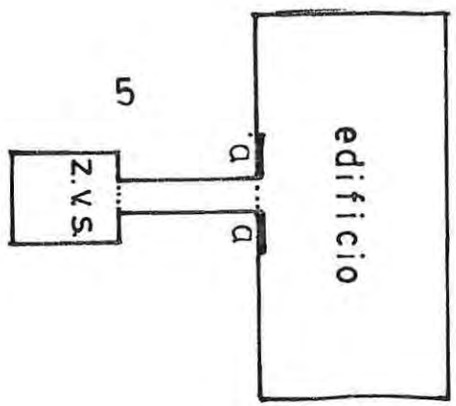


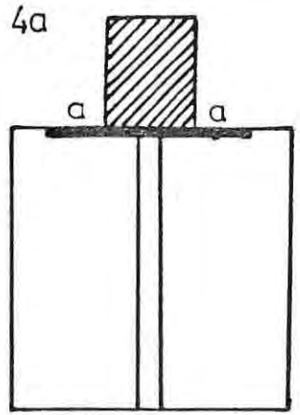


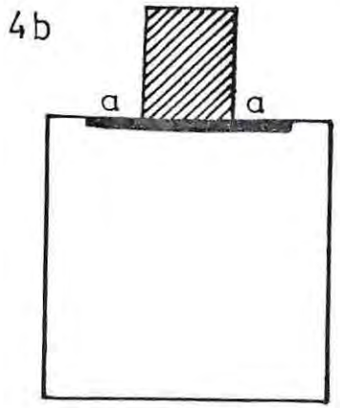
cerrados (Fig. 3a). En el caso que uno o ambos lados en contacto con el exterior se encuentren abiertos, únicamente puede exceptuarse el cumplimiento del punto e. En este caso los muros resistentes adyacentes a la abertura deben prolongarse un mínimo de 3 metros hacia ambos lados (Fig. 3b, 3c, 3d).

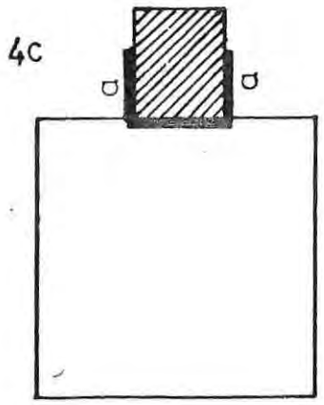
4.- La zona vertical de seguridad se ubica al exterior del edificio. En esta situación deben cumplirse todas las condiciones señaladas exceptuando el punto e. En todos los ejemplos 'a' es mayor o igual a 3 metros. (Fig. 4a, 4b, 4c, 4d, 4e).

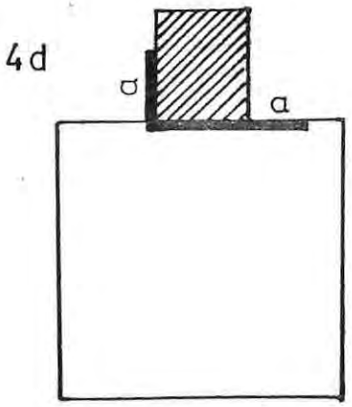
5.- La zona vertical de seguridad se ubica separada del edificio En esta situación deben cumplirse todas las condiciones señaladas exceptuando el punto e. Los muros adyacentes a la salida de cada piso deben prolongarse un mínimo de 3 metros hacia cada lado y poseer una resistencia al fuego de 2 horas.

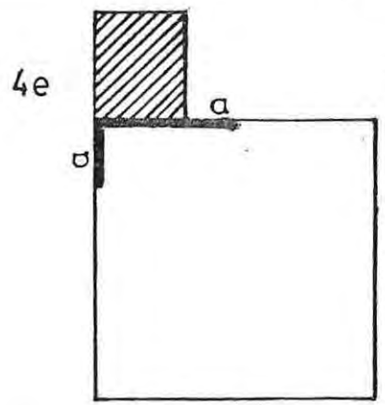












ARTICULO 97: "En todo edificio de 7 o más pisos se deberán instalar detectores automáticos y un sistema de alarma que permita alertar secuencialmente a los usuarios en caso de incendio, de acuerdo a la magnitud del riesgo que los amenaze".

B I B L I O G R A F I A

R. BAYON. "LA PROTECCION CONTRA INCENDIOS EN LA CONSTRUCCION". BARCELONA, 1976.

RIEDEMANN Y VENEGAS: "BASES PARA LA PROTECCION CONTRA INCENDIOS EN LOS EDIFICIOS".

CONSEJO COLOMBIANO DE SEGURIDAD: "EVACUACION DE EDIFICACIONES".

CONSEJO INTERAMERICANO DE SEGURIDAD: "SISTEMA DE EVACUACION PARA EDIFICIOS ELEVADOS".

"LIFE SAFETY CODE 1981".

M. MONTIGLIA R.: "PROTECCION AL FUEGO EN EDIFICIOS DE ALTURA".

ENCICLOPEDIA BRITANICA.

ENCICLOPEDIA FAMILIAR DE LA MEDICINA Y LA SALUD.

GABRIEL RODRIGUEZ J.: SEMINARIO "INCENDIOS EN EDIFICIOS DE ALTURA". DICTADO EN SANTIAGO, 1986.

CUARTA COMPAÑIA DE BOMBEROS DE VIÑA DEL MAR: "ELEMENTOS SOBRE EL FUEGO Y SU EXTINCION".

LA TERCERA: DICIEMBRE 15 DE 1986.
EL MERCURIO: AGOSTO 24 DE 1986.

ORDENANZA ESPAÑOLA.

ORDENANZA CHILENA.

VIDEOS: "INCENDIO EDIFICIO JOELMA";
"INCENDIO TORRE SANTA MARIA";
"INCENDIO HOTEL DE LA M.G.M."

NEUFERT.

ALFREDO SALEH MURRA: "PROTECCION CONTRA INCENDIOS".

OFICINA LATINOAMERICANA DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS
"NOTICIERO TECNICO".

NORMAS CHILENAS.

ENTREVISTAS CON:-INSPECTOR DEL CUERPO DE BOMBEROS DE VALPARAISO.
-SICOLOGA, VERONICA GARAY.