



**UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID**  
**ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR**  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



**PROYECTO FIN DE CARRERA**

Ingeniero Industrial  
Especialidad Electricidad Industrial

“Sistemas de Seguridad en un Hotel”

**FECHA:** 27-09-2010

**AUTOR:** Alberto Gutiérrez Escolar.

**TUTOR:** Esteban Domínguez González-Seco.



***DEDICATORIA:***

*En primer lugar agradecer el apoyo y dedicación a Andrés Sánchez, Carlos Jiménez y especialmente a Esteban Domínguez, ya que sin su interés no habría sido posible su realización.*

*A mis Padres y a mi Hermana por haber confiado siempre en mí y haberme aportado todo lo necesario para llegar hasta aquí.*

*Principalmente, a Beatriz por darme aliento en los malos y muy malos momentos, mostrándome siempre su mejor cara.*

*Por último a Dios por darme la salud necesaria para llevar a cabo mis deseos*



## ÍNDICE:

1. OBJETIVO
2. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS
  - 2.1. CONSIDERACIONES SOBRE EL FUEGO
    - 2.1.1. FUEGO O COMBUSTIÓN
    - 2.1.2. ELEMENTOS DEL FUEGO
    - 2.1.3. TIPOS DE COMBUSTIBLES
    - 2.1.4. CLASIFICACIÓN DE LOS FUEGOS
    - 2.1.5. PRODUCTOS DE LA COMBUSTIÓN
  - 2.2. DETECCIÓN
    - 2.2.1. GENERALIDADES
    - 2.2.2. DETECTORES DE HUMOS
    - 2.2.3. DETECTORES DE LLAMA
    - 2.2.4. DETECTORES TÉRMICOS
    - 2.2.5. DETECTORES DIRECCIONABLES Y ANALÓGICOS-INTELIGENTES
    - 2.2.6. PULSADORES DE ALARMA
    - 2.2.7. CENTRAL DE DETECCIÓN
  - 2.3. EXTINCIÓN
    - 2.3.1. PRINCIPIOS DE LA EXTINCIÓN
    - 2.3.2. EXTINCIÓN POR ELIMINACIÓN O DILUCIÓN DEL COMBUSTIBLE
    - 2.3.3. EXTINCIÓN POR ELIMINACIÓN DEL AGENTE OXIDANTE
    - 2.3.4. EXTINCIÓN POR ELIMINACIÓN DEL CALOR
    - 2.3.5. EXTINCIÓN QUÍMICA
    - 2.3.6. SUPRESIÓN DE EXPLOSIONES
    - 2.3.7. CONSIDERACIONES
    - 2.3.8. AGENTES EXTINTORES
    - 2.3.9. MATERIAL O EQUIPO MOVIL
    - 2.3.10. EXTINTORES
    - 2.3.11. BOCA DE INCENDIO EQUIPADA (BIE)
    - 2.3.12. COLUMNAS HIDRANTES EQUIPADAS (CHE)
    - 2.3.13. GENERADORES DE ESPUMA FÍSICA
    - 2.3.14. VEHICULOS
    - 2.3.15. INSTALACIONES FIJAS
    - 2.3.16. ABASTECIMIENTO DE AGUA
    - 2.3.17. FUENTE DE AGUA
    - 2.3.18. CONDUCCIÓN O RED GENERAL DE INCENDIOS
    - 2.3.19. SISTEMA DE IMPULSIÓN
    - 2.3.20. EQUIPOS CONTRA INCEDIOS
    - 2.3.21. GRUPOS MOTO-BOMBAS DIESEL
  - 2.4. PROTECCIÓN PASIVA
    - 2.4.1. EL PROBLEMA
    - 2.4.2. CONDICIONES EXIGIBLES
    - 2.4.3. SECTORIZACIÓN ANTE INCENDIOS
    - 2.4.4. SELLADOS DE PASO DE INSTALACIONES
    - 2.4.5. PROYECCIÓN DE MORTERO
    - 2.4.6. REVESTIMIENTO CON PANELES CONTRA INCENDIOS



- 2.4.7. COMPUERTAS CORTAFUEGO
- 2.4.8. PUERTAS RF CON RETENEDORES
- 2.4.9. BARRERAS DE HUMOS
- 2.4.10. EXUTORIOS
- 2.5. GRUPO ELECTRÓGENO
  - 2.5.1. ELEMENTOS
  - 2.5.2. MONTAJE
  - 2.5.3. VENTILACIÓN
  - 2.5.4. INSTALACIÓN DE ESCAPE
  - 2.5.5. SISTEMA DE COMBUSTIBLE
- 2.6. EVACUACIÓN DE LOS OCUPANTES
  - 2.6.1. MEGAFONÍA DE EMERGENCIA
  - 2.6.2. SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR ILUMINACIÓN INADECUADO
  - 2.6.3. SISTEMAS DE PRESURIZACIÓN PARA VÍAS DE EVACUACIÓN
  - 2.6.4. INFORMACIÓN PARA OCUPANTES
- 2.7. CONTROL DE MONÓXIDO DE CARBONO
  - 2.7.1. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA
  - 2.7.2. SENSOR
- 2.8. EXTRACCIÓN DE GARAJES
  - 2.8.1. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA
- 2.9. PUESTA A TIERRA
  - 2.9.1. TOMAS DE TIERRA
  - 2.9.2. LÍNEAS PRINCIPALES DE TIERRA
  - 2.9.3. DERIVACIONES DE LAS LÍNEAS PRINCIPALES DE TIERRA
  - 2.9.4. CONDUCTORES DE PROTECCIÓN
- 2.10. PARARRAYOS
- 2.11. CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN
  - 2.11.1. INTRODUCCIÓN
  - 2.11.2. DESCRIPCIÓN GENERAL
  - 2.11.3. COMUNICACIÓN EN CCTV
  - 2.11.4. PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN
- 3. DATOS DE PARTIDA
- 4. OBJETO
- 5. ALCANCE
- 6. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EDIFICIO
  - 6.1. LOCALES Y ZONAS DE RIESGO ESPECIAL
- 7. REGLAMENTACIÓN Y NORMATIVA
- 8. CONDICIONES DE SEGURIDAD CONTEMPLADAS
- 9. CRITERIOS BÁSICOS DE DISEÑO
  - 9.1. DETECCIÓN Y ALARMA
    - 9.1.1. CRITERIOS DE DISEÑO



- 9.1.2. CRITERIOS DE INSTALACIÓN
- 9.1.3. ZONAS NO PROTEGIDAS
- 9.1.4. TRANSMISIÓN DE SEÑALES TÉCNICAS
- 9.1.5. CANALIZACIONES ELECTRICAS
- 9.1.6. CABLEADO
- 9.2. ABASTECIMIENTO DE AGUA
  - 9.2.1. CRITERIOS DE DISEÑO
  - 9.2.2. CRITERIOS DE INSTALACIÓN
- 9.3. EXTINTORES DE INCENDIO
  - 9.3.1. CRITERIOS DE DISEÑO
  - 9.3.2. CRITERIOS DE INSTALACIÓN
- 9.4. BOCAS DE INCENDIO EQUIPADAS
  - 9.4.1. CRITERIO DE DISEÑO
  - 9.4.2. CRITERIO DE INSTALACIÓN
- 9.5. HIDRANTE EXTERIOR
  - 9.5.1. CRITERIO DE DISEÑO
  - 9.5.2. CRITERIO DE INSTALACIÓN
- 9.6. COLUMNAS SECAS
- 9.7. ROCIADORES AUTOMÁTICOS DE AGUA
  - 9.7.1. CRITERIO DE DISEÑO
  - 9.7.2. CRITERIO DE INSTALACIÓN
- 9.8. EXTINCIÓN EN COCINA
- 9.9. PROTECCIÓN PASIVA CONTRA INCENDIOS
  - 9.9.1. CRITERIOS DE INSTALACIÓN
- 9.10. SEÑALIZACIÓN DE EQUIPOS MANUALES
  - 9.10.1. CRITERIOS DE DISEÑO
  - 9.10.2. CRITERIOS DE INSTALACIÓN
- 9.11. SEÑALIZACIÓN DE LOS MEDIOS DE EVACUACIÓN
  - 9.11.1. CRITERIOS DE DISEÑO
  - 9.11.2. CRITERIOS DE INSTALACIÓN
- 9.12. GRUPO ELECTROGENO
- 9.13. MEGAFONÍA DE EMERGENCIA
- 9.14. ALUMBRADO NORMAL
- 9.15. ALUMBRADO DE EMERGENCIA
- 9.16. PUESTA A TIERRA
- 9.17. PARARRAYOS
- 10. EQUIPOS SUJETOS A MARCA DE CONFORMIDAD
- 11. CALCULOS PREVIOS
  - 11.1. CÁLCULO DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA
    - 11.1.1. INSTALACIÓN DE BIES
    - 11.1.2. INSTALACIÓN DE HIDRANTE
    - 11.1.3. INSTALACIÓN DE ROCIADORES
    - 11.1.4. CAPACIDAD RESERVA DE AGUA
    - 11.1.5. ABASTECIMIENTO PCI



## 12. PREVISIÓN DE EQUIPOS

- 12.1. EXTINTORES PORTÁTILES
- 12.2. INSTALACIÓN DE BIES
- 12.3. INSTALACIÓN DE HIDRANTE
- 12.4. DETECTORES Y ALARMAS
- 12.5. EXTINCCIONES AUTOMÁTICAS
- 12.6. ROCIADORES AUTOMÁTICAS

## 13. CONDICIONES DE MANTENIMIENTO

## 14. CONCLUSIÓN

## 15. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

## 16. ANEXOS

- 16.1. ANÁLISIS HIDRÁULICO PARA RED DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS
- 16.2. ANÁLISIS HIDRÁULICO PARA RED DE BIE
- 16.3. ANÁLISIS ALUMBRADO DE EMERGENCIA



## ÍNDICE DE FIGURAS:

- Figura 1. Triangulo del fuego.**
- Figura 2. Tetraedro del fuego.**
- Figura 3. Puesto de control general de red de rociadores en tubería húmeda.**
- Figura 4. Puesto de control local de red de rociadores en tubería húmeda.**
- Figura 5. Puesto de control general de red de rociadores en tubería seca.**
- Figura 6. Rociador montante.**
- Figura 7. Rociador convencional.**
- Figura 8. Rociador decorativo.**
- Figura 9. Rociador de pared horizontal.**
- Figura 10. Modelos de rociadores en tubería seca.**
- Figura 11. Mecanismo de disparo de ampolla.**
- Figura 12. Extinción en cocina.**
- Figura 13. Esquema de equipo de bombeo.**
- Figura 14. Descripción de equipo de bombeo.**
- Figura 15. Sellado RF de un paso de bandeja de cables.**
- Figura 16. Sellado RF 120 de un paso de instalaciones.**
- Figura 17. Collarín relleno de masilla intumescente.**
- Figura 18. Proyección mortero.**
- Figura 19. Revestimiento con paneles.**
- Figura 20. Descripción de compuerta cortafuego.**
- Figura 21. Descripción de puertas RF con retenedores.**
- Figura 22. Barrera de humo fija.**
- Figura 23. Esquema de principio de exutorios.**
- Figura 24. Profundidad de bancada.**
- Figura 25. Construcción bancada.**
- Figura 26. Corriente de aire longitudinal.**
- Figura 27. Canalización para salida de aire.**
- Figura 28. Instalación silenciador.**
- Figura 29. Conducción de escape.**
- Figura 30. Dilatación térmica.**
- Figura 31. Soportes.**
- Figura 32. Sombrero de escape.**
- Figura 33. Instalación típica de suministro de combustible.**
- Figura 34. Presurización para vías de evacuación.**
- Figura 35. Sistema de detección monóxido de carbono.**
- Figura 36. Ventilador inmerso.**
- Figura 37. Ventilador exterior.**
- Figura 38. Niveles de protección.**
- Figura 39. Monitoreo y control en un CCTV.**
- Figura 40. Medios usados para CCTV.**
- Figura 41. Construcción del cable coaxial.**
- Figura 42. Vistas en corte transversal del cable coaxial.**
- Figura 43. Circuito CCTV a través de red Ethernet.**
- Figura 44. Posición del detector en conductos de ventilación.**
- Figura 45. Posición del interruptor de flujo en tubería.**
- Figura 46. Instalación de CCF.**
- Figura 47. Instalación de CCF'.**



## 1. OBJETIVO

Este proyecto fin de carrera se ha realizado en la empresa Promec S.A. c/ Arroyofresno, 19, 5ª planta en el departamento de Protección Contra Incendios y en el departamento Eléctrico junto con la colaboración de Andrés Sánchez, Carlos Jimenez y Esteban Domínguez.

El objetivo fundamental del mismo es diseñar un sistema de instalaciones para la seguridad de los ocupantes, compuesto por una serie de equipos e instalaciones para evitar daños a los ocupantes, intentar la no propagación del fuego en el sector afectado, reducir la pérdida de bienes materiales y facilitar operaciones de rescate y extinción.

El proyecto de fin de carrera tendrá una aplicación real en el edificio situado en la calle Moratín 52 (Madrid), antiguo bloque de viviendas, en la actualidad deshabilitado para la realización de la construcción de un complejo hostelero para la sociedad NEMA, con lo que debemos aplicar la reglamentación española y también su pliego de condiciones al diseño de las instalaciones.

El proyecto de fin de carrera está estructurado en cuatro capítulos, que se describen a continuación:

- **Memoria**, en primer lugar se realiza una introducción sobre las características de las instalaciones principales y de los equipos. En segundo lugar se presentan las condiciones iniciales de partida impuestas por la sociedad promotora del hotel y por la normativa aplicable, acompañado de una pequeña descripción del edificio. A continuación de este punto se describen las condiciones de seguridad contempladas para el diseño del sistema, explicando seguidamente los criterios utilizados aplicados según las normativas vigentes. Finalmente, se detallan los procedimientos de cálculos teóricos para el dimensionamiento y la previsión de equipos. Los resultados de estos cálculos se aportan en el correspondiente anexo. Por último se presentan las conclusiones principales derivadas de la selección del diseño que se ha proyectado.
- **Pliego de Condiciones**, en este capítulo se describen las características técnicas que los equipos electrónicos utilizados deben satisfacer. Para el proyecto de aplicación de este proyecto fin de carrera, el instalador podrá utilizar los equipos presentados en el pliego u otro de similares características.
- **Presupuesto**, en dicho capítulo se ha tomado como importe de partida el precio de compra que obtiene el instalador, acompañado de la mano de obra. El importe resultante se multiplica por un coeficiente que refleja el beneficio para la empresa.
- **Planos**, en este capítulo se lleva a cabo los criterios de diseño reflejándolo en papel.



## 2. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

### 2.1. **CONSIDERACIONES SOBRE EL FUEGO**

#### 2.1.1. **FUEGO O COMBUSTIÓN**

El fuego es una combustión caracterizada por la emisión de calor acompañada de humo, llamas o de ambos.

La combustión es una reacción exotérmica de una sustancia llamada combustible, con un oxidante llamado comburente.

Por tanto, la combustión y el fuego son una oxidación que se producirá siempre que estén presentes el material que se oxida (combustible), un agente oxidante (comburente) y una cierta cantidad de energía de activación que la inicia generalmente en forma de calor.

#### 2.1.2. **ELEMENTOS DEL FUEGO**

El fuego, por ser una reacción química, como queda dicho, precisa de reactivos y de energía de activación.

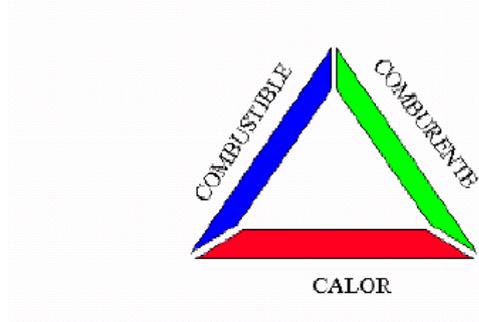
Los gases o vapores del combustible, de una parte, y el oxígeno presente en el aire o en el propio combustible, de otra, son dichos reactivos. La energía de activación es el calor.

Es necesario, por tanto, para que un fuego se produzca, que se hallen presentes los tres siguientes elementos:

- Combustible
- Oxígeno
- Calor

Tradicional y convencionalmente se presenta el fuego por un triángulo, denominado <<Triángulo del fuego>>, cuyos lados corresponden a cada uno de los tres elementos. Como se observa en la figura 1. La supresión o eliminación de uno de los lados, destruye el triángulo y, por tanto, elimina el fuego.

### TRIANGULO DEL FUEGO



**Figura 1. Triángulo del fuego**



En el fuego interviene otro factor, además de los tres elementos antedichos: la velocidad de oxidación.

Si la velocidad de oxidación es lenta se produce una oxidación normal como la del hierro.

Si la velocidad es rápida se produce una combustión.

Si la velocidad de oxidación es muy rápida se produce una deflagración, como la de la pólvora.

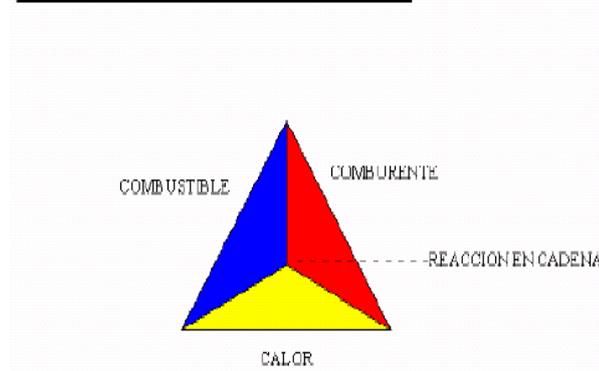
Si la velocidad de oxidación es prácticamente instantánea se produce una explosión.

Esta velocidad es, por tanto, importante y viene determinada por la formación producida por el calor, de compuestos químicos intermedios, llamados radicales libres, los cuales se recombinan dando lugar a los humos y gases de combustión.

Estas recombinaciones sucesivas generan más calor que, a su vez, producen más radicales libres por descomposición del combustible, obteniéndose una reacción en cadena que autoalimenta al fuego.

Esta reacción en cadena constituye un nuevo elemento que añadido al triángulo de fuego, lo transforma en un tetraedro, representándose los cuatro elementos por sus cuatro caras. Como se observa en la figura 2.

### TETRAEDRO DEL FUEGO



**Figura 2. Tetraedro del fuego**



### 2.1.3. TIPOS DE COMBUSTIBLES

#### **Combustibles sólidos**

Se puede definir un sólido como una sustancia que no fluye en su estado natural. Los combustibles sólidos precisan de una fuente de ignición para arder, salvo algunas excepciones en las que se presenta la combustión espontánea.

La combustión química es básicamente orgánica, estando constituida por carbono, hidrógeno y oxígeno, con porcentajes menores de nitrógeno y otros elementos.

Tienen gran influencia en su combustión el estado físico y la conductividad calórica, además de otras variables como el punto de ignición, etc.

La influencia del estado físico es función de la relación superficie-volumen, puesto que de ella depende la resistencia a la ignición.

De la conductividad calórica depende la rapidez con que las diversas partes del combustible alcanzan el punto de ignición. Cuanto mayor sea aquella, más rápidamente alcanzará dicha temperatura la más del combustible.

#### **Combustibles líquidos**

Los líquidos se caracterizan porque sus moléculas se mueven libremente sin tendencia a separarse.

Sin embargo, desde el punto de vista combustible o teoría del fuego, los combustibles propiamente dichos son vapores o gases, procedan de elementos líquidos o gaseosos, por lo que, a dichos efectos, se consideran como combustibles líquidos aquellos fluidos que, a la temperatura de  $37,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ , tienen una presión de vapor inferior a  $2,72\text{ atm. abs.}$

Igualmente se establece una diferencia entre líquidos combustibles y líquidos inflamables. Los primeros son aquellos cuyo punto de ignición es inferior a  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$  y los segundos aquellos en que es superior a dicha temperatura.

Punto de ignición es la temperatura a la cual un combustible líquido desprende vapor en cantidad suficiente para formar una mezcla combustible (alcanzar el límite inferior de inflamación).

El límite inferior de inflamación corresponde a la mínima concentración de vapor del combustible en el aire que permite la combustión en presencia de una fuente de ignición. Se expresa en %.

#### **Combustibles gaseosos**

En los gases las moléculas se mueven libremente con tendencia a separarse.

Por las razones expuestas anteriormente se consideran combustibles gaseosos aquellos fluidos que, a la temperatura de  $37,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ , tienen una presión de vapor superior a  $2,27\text{ atm. abs.}$



#### **2.1.4. CLASIFICACIÓN DE LOS FUEGOS**

Los fuegos se clasifican en función del tipo de combustible consumido. Durante años ha sido empleada la nomenclatura anglosajona. Actualmente, en España y resto de Europa continental, se utiliza la denominada europea, aprobada por las norma DIN, UNE y AENOR. Esta clasificación distingue cuatro clases de fuegos. Son los siguientes:

##### **Fuegos clase A**

Son aquellos en que se consumen combustibles sólidos orgánicos como madera, papel, cartón, etc. Se caracterizan por la formación de brasas, propagación del calor desde dentro hacia fuera, grandes elevaciones de temperatura y requieren una elevada aportación inicial de calor.

##### **Fuegos clase B**

Son aquellos en que se consumen combustibles líquidos inflamables o combustibles sólidos de bajo punto de fusión, tales como gasolina, petróleo, aceites, grasas, pinturas, etc. Son fuegos de tipo superficial, el calor se propaga de fuera hacia dentro y el calor necesario para iniciar la combustión es función del punto de inflamación del combustible.

##### **Fuegos clase C**

Son los que corresponde a gases inflamables, como propano, butano, metano, hexano, gas ciudad, gas de hulla, etc.

##### **Fuegos clase D**

Son aquellos en que se consumen metales combustibles y compuestos químicos reactivos o radiactivos, como magnesio, titanio, sodio, potasio, uranio, etc.

Es frecuente que alguna de estas clases de fuego se desarrolle en presencia de corriente eléctrica, al encontrarse junto al combustible equipos o elementos eléctricos bajo tensión, como motores, transformadores, etc.

#### **2.1.5. PRODUCTOS DE LA COMBUSTIÓN**

Los productos resultantes de una combustión pueden ordenarse en cuatro grupos. Todos ellos son importantes, tanto por sus efectos fisiológicos como por su utilización como señales que permitan detectar incendios.

Son gases, humos, llamas y calor.

##### **Gases de combustión**

La mayoría de los combustibles contienen carbono, azufre, nitrógeno, etc., elementos combinados con el oxígeno e hidrógeno, dan lugar a diferentes compuestos químicos gaseosos, cuya proporción depende del combustible, temperatura y cantidad de oxígeno presente durante la combustión.

Principalmente se forman los siguientes compuestos:

- Monóxido de carbono.
- Anhídrido carbónico.
- Vapor de agua.
- Ácido sulfúrico.
- Anhídrido sulfúrico.
- Amoníaco.



- Gases nitrosos.
- Haluros del hidrógeno.

### **Humos**

La velocidad con que los gases de combustión escapan hacia la atmósfera, donde se diluyen, hace que arrastren en su seno partículas de cenizas, carbono, etc., que los colorean formando humo.

### **Llamas**

La combustión en una atmósfera rica en oxígeno va acompañada generalmente de una luminosidad denominada llama. Por ello, las llamas se consideran como un producto de la combustión, aunque sólo son una manifestación de la misma.

### **Calor**

El calor producido o liberado por la combustión, por su condición de reacción exotérmica, es el principal agente para el desarrollo del incendio.

## **2.2. DETECCIÓN**

### **2.2.1. GENERALIDADES**

Como ya se ha expuesto, los productos de la combustión son: gases, humos, llamas, calor.

Todo incendio va acompañado de estas manifestaciones y en ellas se basan los sistemas de detección de incendio.

Prescindiendo de la detección humana, a continuación se relacionan y detallan los diferentes tipos de detectores de incendio, así como sus principios de funcionamiento.

### **2.2.2. DETECTORES DE HUMOS**

El humo producido por el fuego lleva en suspensión partículas de carbón, cenizas, etc., que dan lugar a variaciones de las propiedades del aire ambiente, como son el índice de refracción, la transparencia y la ionización. La variación de estas propiedades es recogida por los detectores y transformada en señales de alarma.

#### **Detectores ópticos de obscurecimiento**

Consisten en una fuente luminosa emisora y una célula fotoeléctrica receptora. La aportación de humos al aire ambiente produce un obscurecimiento, que es registrado por la variación de la intensidad de corriente generada por la célula fotoeléctrica. Cuando el obscurecimiento alcanza el valor crítico se produce la alarma. La principal aplicación de esta tecnología son los detectores de rayo o banda infrarroja consistente en un emisor de IR y un receptor que puede situarse a distancias de hasta 100 m.

#### **Detector óptico de refracción/dispersión**

La presencia en el aire de las partículas sólidas aportadas por el humo, así como las variaciones de temperatura, dan lugar a variaciones del índice de refracción del aire, con lo que una señal luminosa emitida por una fuente de luz coincidirá en diferentes lugares según el índice de refracción del medio que atraviesa. La presencia de humos puede llegar a reflejar /dispersar la luz, por lo que si en un laberinto o cámara oscura se disponen una célula emisora y una receptora no alineadas, la luz dispersada por los humos visibles incide en la célula fotoeléctrica, provocando una señal de alarma.



### **Detectores de ionización o predetectores**

Están basadas en las variaciones de ionización del aire por la presencia de humos. Constan de dos cámaras, una sellada, de referencia, y otra abierta al aire ambiente. Una fuente radiactiva emite partículas que ionizan el aire de ambas cámaras, haciéndole conductor de electricidad. La aplicación de un cierto voltaje a cada cámara, da lugar a la aparición de una determinada corriente eléctrica a través del aire ionizado en ellas. Cuando las partículas que forman el humo penetran en la cámara abierta, capturan iones, reduciendo la ionización y, por tanto, la intensidad de la corriente.

Esta reducción de corriente es comparada constantemente con la de la cámara de referencia.

Cuando la diferencia alcanza un valor límite, se produce la señal de alarma.

### **2.2.3. DETECTORES DE LLAMA**

Las llamas producidas por el fuego como resultado de la combustión de los vapores inflamables, llevan asociadas una pulsación de intensidad luminosa, así como una emisión de energía en forma de radiaciones infrarrojas o ultravioletas. En estos efectos se basan los detectores de llamas.

Debido a que las señales emitidas por la llama se propagan a la velocidad de la luz, estos detectores son los más rápidos en su actuación.

#### **Detectores por frecuencia de radiación**

Disponen de una célula fotoeléctrica que recoge las variaciones de intensidad luminosa, transformándolas en señal eléctrica que da la alarma.

#### **Detectores por energía de las llamas**

Consisten en una célula fotoeléctrica, sensible a las radiaciones infrarrojas o ultravioletas emitidas por la llama, las cuales son transformadas en una corriente eléctrica que constituyen la alarma.

La diferencia entre los accionados por radiaciones infrarrojas y por las ultravioletas, estriban en que las primeras son susceptibles de motivar alarmas producidas por otras fuentes luminosas, tales como luz solar o incandescentes, lo cual no sucede con las segundas. Pero este inconveniente queda eliminado en los modernos detectores.

### **2.2.4. DETECTORES TÉRMICOS**

El calor liberado en la combustión eleva las temperaturas del combustible y del ambiente. Este incremento de temperatura es registrado (detectado) por un elemento o cabeza detectora que emite una señal de alarma.

Estos detectores térmicos se subdividen en:

#### **Detectores termostáticos**

Emiten la señal de alarma cuando la temperatura alcanza un valor predeterminado, por lo que también se llaman de temperatura fija. Su inconveniente es el de que, al registrar variaciones absolutas de temperatura, pueden ser éstas afectadas por las variaciones estacionales, ocasionando falsa alarmas al alcanzarse la temperatura crítica.



Por su construcción pueden dividirse, a su vez, en:

**De fusibles:** la fusión de una aleación de temperatura conocida permite la liberación de un resorte o contrapeso que envía la señal de alarma

**De bulbo:** la rotura de una ampolla o bulbo cristalino, lleno de un líquido calibrado a temperatura fija, permite la liberación de un dispositivo mecánico que produce la alarma.

**Bimetálicos:** la dilatación de una lamina bimetálica, cierra o abre un contacto eléctrico que da la alarma.

**De cable lineal:** se compone de un cable en cuyo interior se aloja dos conductores eléctricos, separados por un aislamiento de punto de fusión predeterminado; al alcanzarse la temperatura de fusión del aislante, los cables entran en contacto cerrando el circuito y emitiendo la señal de alarma.

**De termistor:** la variación de la resistencia con la temperatura es la base de actuación de los termistores, cuando esta variación alcanza un límite predeterminado se produce la alarma.

#### **Detectores termovelocimétricos**

La influencia de las variaciones estacionales en falsas alarmas obligó a desarrollar los detectores térmicos, buscando la forma de compensar las variaciones de temperatura no debidas a fuego. Nacieron así, los detectores termodiferenciales, basados en la diferencia de temperatura entre dos puntos del mismo riesgo.

Pero, más tarde, estos detectores termodiferenciales han sido desplazados por los detectores termovelocimétricos, mucho más perfectos.

Se basan en la medición de la velocidad de aumento de la temperatura o gradiente de temperatura. Invariablemente combinan dos elementos, uno que da la alarma al registrar un gradiente de temperatura elevado y otro que retorna o suspende la alarma para gradientes bajos.

Las ventajas de estos detectores son varias: operan rápidamente, trabajan en un amplio campo de temperaturas, son de fácil reposición y, sobre todo, toleran las variaciones suaves de temperatura. Su único inconveniente es la posibilidad de no dar señal de alarma en fuegos de evolución lenta.

Por su construcción, pueden ser:

#### **Detectores termovelocimétricos neumáticos**

Basados en la dilatación del aire contenido en pequeñas cámaras o en tubos de cobre.

Para compensar las variaciones lentas de temperatura, van provistos de orificios capilares calibrados que permiten la salida del exceso de aire si la temperatura sube lentamente. Si el gradiente de la temperatura es elevado, el volumen de aire que sale por los capilares es muy inferior al correspondiente a la dilatación producida por el calor, presionando un diafragma que cierra o abre un circuito y da la señal de alarma.



### **Detectores termovelocimétricos termoelectrónicos**

Se basan en la variación de la corriente eléctrica con la temperatura en termopares y termistores. El clásico principio del termopar con una unión sometida a temperatura ambiente y otra de referencia, aplicando a la detección de incendios, consistente en que las variaciones de temperatura entre ambos extremos producen una variación en la corriente que opera la alarma. Los modernos termistores de resistencia variable con la temperatura son los más utilizados actualmente por su fiabilidad y facilidad de integración con otro equipo eléctrico.

### **Detectores térmicos y termovelocimétricos, simultáneamente**

Para subsanar la ausencia de alarmas en fuegos de evolución lenta, se fabrican detectores que combinan los dos tipos de detección expuestos anteriormente, con lo que aunque el gradiente de temperatura sea pequeño, la alarma se produce al alcanzar la temperatura un nivel predeterminado.

### **Detectores de compensación**

Los detectores de compensación operan basándose en el mismo principio que los termovelocimétricos y actúan también a una temperatura máxima predeterminada. La diferencia estriba en sus sistemas de compensación del gradiente de temperatura.

Existen detectores constituidos por una envolvente en la que están montadas dos varillas a compresión provistas de sendos contactos. El metal de la envolvente tiene mayor coeficiente de dilatación que las varillas. Al elevarse la temperatura el conjunto se dilata, pero, debido a la diferencia de coeficiente de dilatación, la envolvente se dilata más, reduciéndose la compresión de las varillas hasta que se unan los conductos, cerrándose el circuito y dando origen a la alarma. Estos aparatos actúan siempre en el nivel de protección elegido al efecto de reacción compensada entre la carcasa y las varillas interiores.

## **2.2.5. DETECTORES DIRECCIONABLES Y ANALÓGICOS-INTELIGENTES**

La aplicación a los detectores de incendio y a sus cuadros de control de la tecnología electrónica ha permitido nuevos desarrollos desde el punto de vista de control y localización de alarmas, pudiendo constituir cada detector una zona sin necesidad de cableado independiente. La eficacia de la instalación aumenta sin un fuerte incremento del costo.

El más simple lo constituyen los detectores direccionales, en los cuales en conjunción con un cuadro de control adecuado, puede determinarse qué detector es el que emite la señal de alarma, avería, etc. Esto equivale a que cada detector constituya una zona de incendio y por tanto disminuye notablemente el tiempo necesario para la localización de aquél.

Los detectores analógicos-inteligentes van un paso más allá pues, a la identificación del detector que emite la señal, unen las siguientes características:

- Respuesta en valor analógico proporcional a la densidad de humo o calor del área vigilado.
- Varios niveles de umbral de alarma seleccionables individualmente por sensor.
- Auto compensación de sensibilidad por contaminación ambiental.
- Indicaciones de detector defectuoso y de necesidad de mantenimiento.
- Secuencias de verificación de alarma programable por sensor.
- Puesta en o fuera de servicio individualmente desde el cuadro de control.
- Realización de listados de equipos con impresión de sensibilidad y estado.



- Señal de manipulación inadecuada.

La presencia en el cuadro de control de los niveles variables de alarma y su verificación, aumenta la seguridad del sistema. Y la posibilidad de pruebas, desconexiones remotas, etc., reduce notablemente los costos de mantenimiento.

### **2.2.6. PULSADORES DE ALARMA**

Además de los detectores automáticos, es frecuente que el sistema de detección de incendios, lleve, bien intercalados en las zonas de detección, bien en zonas independientes, una red de pulsadores de alarma.

Estos equipos constituyen en pulsadores manuales cuyo accionamiento transmite la alarma a la central de señalización y control.

Van protegidos contra un accionamiento accidental mediante cristales cuya rotura activa directamente el pulsador o permite una pulsación posterior (según tipos).

### **2.2.7. CENTRAL DE DETECCIÓN**

Las señales que produce un detector como consecuencia de su estado (alarma, avería, vigilancia, etc.) deben ser recogidas e interpretadas por una parte del sistema que las transforme en señales ópticas, acústicas y eléctricas, que permitan determinar el tipo de suceso, su localización y, si procede, tome medidas de protección adicionales, como disparo de instalaciones, parada de servicios, avisos a distancia, etc.

Esta parte del sistema consiste, generalmente, en una central de señalización y control.

Digo generalmente, porque, en algunos países, la necesidad de proteger viviendas y pequeños riesgos ha desarrollado la fabricación de detectores autónomos que además de su función detectora, llevan incorporada su fuente de alimentación constituida por una sencilla pila, dispositivos de alarma acústicos, óptica, comprobación, etc., con lo que cada detector constituyen un sistema de detección completo.

Básicamente un cuadro de control y alarma consta de:

#### **Circuito de lazo**

Los detectores suelen agruparse por zonas de protección. Cada zona lleva señalización independiente de las demás en la que se recogen todas las eventualidades que afectan a la zona, como son: alarma, avería, fuera de servicio, etc.

#### **Circuito de alimentación**

El cuadro está alimentado por la red principal y debe llevar una batería para casos de corte de fluido. El circuito de alimentación señala si el cuadro está funcionando y cuál es su fuente de alimentación.

#### **Alarma**

Cuando un detector da la alarma, el cuadro recoge el aviso, dando unas señales luminosas que indican la presencia del fuego y la zona detectada, al tiempo que emite una señal acústica.

#### **Anomalías**

Normalmente el cuadro está provisto de una serie de señales acústicas y ópticas que indican la falta de alimentación, avería en una línea de detección (indicando cuál), etc.



### **Servicios**

Generalmente, los cuadros están provistos de conexiones que permiten duplicar las diferentes señales en otro lugar, comandar la actuación de un sistema automático de extinción, dar avisos a los bomberos, etc.

### **Pruebas**

El cuadro de control y alarma debe ir provisto de medios para asimilar todas las posibles situaciones que refleja con el fin de poder comprobar periódicamente su estado, simulando alarmas, averías, etc.

### **Supervisión**

Todos los circuitos de detección y alarma deben estar supervisados, es decir su rotura o desconexión debe generar una señal de avería en el cuadro.

Ha de tenerse presente que un sistema automático de detección no puede nunca sustituir totalmente al elemento humano, aunque sí constituye una ayuda sumamente eficaz. Los reglamentos del comité de empresas aseguradoras exigen, para otorgar derecho a reducciones en las primas del seguro comprendidas entre 20 a 25%, que las instalaciones automáticas de detección estén complementadas con un servicio de vigilancia, pues la alarma sería inefectiva si no sirve para iniciar una actuación del sistema de extinción.

## **2.3. EXTINCIÓN**

### **2.3.1. PRINCIPIOS DE LA EXTINCIÓN**

Para extinguir un incendio es necesario detener la reacción de oxidación que ocasiona la combustión, bastando, para ello, destruir o anular uno de los cuatro elementos del <<tetraedro del fuego>>.

### **2.3.2. EXTINCIÓN POR ELIMINACIÓN O DILUCIÓN DEL COMBUSTIBLE**

La dilución del combustible tiene un efecto importante en los fuegos de gases, ya que la velocidad de propagación de la llama depende de la relación aire-combustible.

Un exceso de aire produce una dilución del combustible y, al mismo tiempo, aleja la mezcla inflamable de la fuente de combustión.

Si se diluye suficientemente en aire un combustible gaseoso, puede obtenerse una relación aire-vapor inferior al límite inferior de inflamación.

### **2.3.3. EXTINCIÓN POR ELIMINACIÓN DEL AGENTE OXIDANTE**

La eliminación del agente oxidante, normalmente el oxígeno, se consigue aislando el fuego del aire mediante recubrimiento del primero. Puede efectuarse con medios normales, como mantas, etc., o empleando agentes extintores como el CO<sub>2</sub>, espuma, etc.

Un procedimiento de eliminación del oxígeno es diluir su proporción en el ambiente mediante gases o vapores inertes que reduzcan el % del oxígeno presente, hasta lograr una relación aire-vapor inferior de inflamabilidad.

Este sistema de extinción no tiene efectividad contra fuegos de combustibles que aporten oxígeno a la combustión.



#### **2.3.4. EXTINCIÓN POR ELIMINACIÓN DEL CALOR**

El medio más efectivo para extinguir fuegos, sobre todo de clase A, es la eliminación del calor, enfriando el combustible. Tan pronto como se consigue, el desprendimiento de vapores combustibles decrece hasta quedar por debajo del límite inferior de inflamación y el fuego se apaga.

La efectividad de un agente extintor como medio refrigerante depende de su calor específico y latente. Cuando mayores son éstos, mayor será su poder enfriante.

Como gran parte del calor liberado por el fuego se transmite por conducción, convección y radiación, para enfriar el combustible sólo es necesario eliminar parte total de dicho calor.

#### **2.3.5. EXTINCIÓN QUÍMICA**

Se conoce el efecto extintor de algunos hidrocarburos halogenados (halógenos) y de algunas sales inorgánicas. Sin embargo, sus propiedades físicas no indican que sean particularmente adecuados para extinguir el fuego por alguno de los procesos ya expuestos, pues su efectividad es desproporcionada y no depende de las propiedades físicas.

Posteriores investigaciones atribuyen esta efectividad a reacciones químicas entre el agente extintor y productos intermedios de la reacción en cadena que constituye la combustión. Estos agentes actúan como catalizadores negativos o inhibidores. La parte activa es el átomo del halógeno o el metal alcalino y la efectividad aumenta con el peso molecular del halógeno o del metal.

La acción extintora del fosfato monoamónico, base de los polvos secos tipos ABCE (antibrasa), es mucho más compleja. A la supresión de las llamas une una acción refrigerante debido al recubrimiento de la zona de combustión con ácido o anhídrido fosfórico, producidos por la descomposición del fosfato, que impiden continuar la combustión de las brasas.

En el momento presente y de forma realista no puede contarse con los compuestos halogenados tradicionales – Halon 1301 y 1211- para la extinción de incendios, debido a un efecto destructor de la capa de ozono. Razones legítimas de tipo ecológico y de defensa del medio ambiente desaconsejan su utilización.

#### **2.3.6. SUPRESIÓN DE EXPLOSIONES**

La acción de algunos agentes halogenados y sales orgánicas que detienen la combustión al reaccionar con productos de reacción intermedios, tiene aplicación en la supresión de explosiones químicas.

Como su nombre indica, la supresión consiste en la detección de una oxidación rápida antes de que se produzca la explosión. La efectividad del sistema depende de la rapidez en la descarga del agente supresor durante las primeras milésimas de segundo de la combustión. Obviamente es imprescindible una detección de la combustión casi instantánea, generalmente basada en las variaciones de presión.



### **2.3.7. CONSIDERACIONES**

La extinción de un incendio no se efectúa normalmente por uno solo de los mecanismos o principios anteriormente citados.

Generalmente, al actuar sobre un fuego se utilizan, simultáneamente, dos o más de dichos sistemas, aunque el mayor efecto dominante corresponde a uno de ellos.

Este carácter dominante puede ser disminuido cambiando la forma de aplicación del agente extintor.

### **2.3.8. AGENTES EXTINTORES**

#### **2.3.8.1. GENERALIDADES**

Recibe el nombre de agente extintor todo producto químico que, aplicado sobre un fuego, produce la extinción de éste. Los principales agentes extintores son: agua, espuma (química y física), polvo químico seco, gases, especiales (para fuegos clase D).

#### **2.3.8.2. AGUA**

Es el agente extintor más conocido y difundido y su empleo es tradicional. Los efectos extintores del agua se basan en las siguientes propiedades físicas:

A temperaturas normales es un líquido pesado y relativamente estable, desde el punto de vista químico.

Su calor específico es de 1Cal/Kg.

Su calor latente de vaporización es de 537 Cal/Kg a 0 °C.

Básicamente, el agua puede apagar el fuego por emulsión (dilución del combustible), por ahogo (dilución del agente oxidante) y, principalmente, por enfriamiento (eliminación del calor).

En la extinción por enfriamiento, la cantidad de calor absorbido es función del calor específico y del calor latente de evaporación, así como de la superficie específica. A mayor superficie por unidad de volumen, mayor vaporización y mayor absorción de calor.

Empleando, para extinguir un fuego, 1kg de agua a 15 °C aplicado en forma de chorro pleno (hipótesis) y admitiendo que alcanza los 100 °C, el calor absorbido será de 85 Cal. Pero si este mismo Kg de agua se vaporiza, previa pulverización del agua, el calor absorbido será de 85 Cal más 537 Cal de vaporización, que hacen un total de 622 Cal. Lo que representa que, con la pulverización del agua, el rendimiento extintor es 7,3 veces superior que con chorro pleno.

La cantidad de calor absorbido es proporcional a la superficie específica del líquido. Así 1 litro de agua en forma esférica presenta una superficie de 0.048 m<sup>2</sup>, si se pulveriza en gotas de 1 mm de diámetro medio, la superficie obtenida es de unos 6 m<sup>2</sup> (125 veces mayor) y, si el diámetro medio de las gotas se reduce a 0,1 mm, la superficie total es de unos 60 m<sup>2</sup> (1250 veces mayor).



Se ha encontrado que el diámetro óptimo de la gota está comprendido entre 0.35 mm y 1 mm conjugando el poder refrigerante con una buena capacidad de proyección ya que las gotas han de ser lo suficientemente grandes para vencer la resistencia del aire, la gravedad y las corrientes de aire (corrientes de convección) producidas por el fuego, así como el posible viento reinante.

Como agente extintor el agua está especialmente indicada en fuegos clase A. Tiene sus limitaciones como agente extintor. Una de ellas es su conductividad eléctrica, que la hace inaplicable en fuegos eléctricos, salvo en forma de pulverización muy fina.

Como el agua se aplica en grandes cantidades sobre el área afectada por el fuego, deben tenerse en cuenta los posibles daños secundarios por mojaduras, corrosión, etc.

Su elevada densidad la hace inadecuada para fuegos de clase B cuando los combustibles líquidos tengan una densidad inferior, ya que éstos flotan sobre ella. Una excepción en este caso, es su empleo en forma pulverizada.

Las propiedades extintoras del agua pueden ser mejoradas mediante empleo de otros agentes que le confieren propiedades especiales que le hacen más apta para determinados fuegos. Tales aditivos son anticongelantes, surfactantes y aglutinantes.

### **2.3.8.3. ESPUMAS**

Las espumas están formadas por un conjunto de burbujas de aire o gas producidas por agitación de soluciones acuosas y cuya densidad relativa es inferior a la del más ligero de los líquidos inflamables. Su efecto extintor principal se basa en la separación física entre el combustible y aire.

Se dividen en espumas químicas y espumas físicas.

#### **Espumas químicas**

Se obtiene por reacción de dos soluciones, una ácida y otra alcalina. El gas producido, CO<sub>2</sub> llena las burbujas de espuma. Normalmente, los compuestos empleados son sulfato de aluminio y bicarbonato sódico. Su relación de expansión oscila entre 7 a 1 y 16 a 1, esto es de 7 a 16 veces el volumen de las soluciones originales. Prácticamente han caído en desuso, pues producen corrosión sobre los equipos o productos en que se aplican habiendo sido casi totalmente desplazadas por las espumas físicas.

#### **Espumas físicas**

La mezcla de un agente espumógeno con agua da origen al espumante, el cual, al incorporarle aire por medios mecánicos creando turbulencia, produce la espuma.

Las proporciones de espumógeno/agua y espumante/aire para la formación de espumas, vienen definidas por el diseño y operación del equipo generador propiamente dicho, llamando también proporcionador en algunos casos.

Las espumas se clasifican en de baja, media y alta expansión, según los coeficientes de expansión obtenidos (relación volumen de espuma/volumen de espumante). Las de baja expansión tienen un coeficiente de 5:1 hasta 25:1; las de media expansión de 30:1 hasta 150:1 y las de alta expansión desde 200:1 en adelante.

Los espumógenos pueden subdividirse en:



**Espumógenos no proteínicos**, fabricados a partir de diversos productos, como albúminas, etc., con incorporación de sales metálicas polivalentes para conferir resistencia térmica y mecánica a las espumas.

**Espumógenos proteínicos**, fabricados mediante hidrolización de proteínas animales o vegetales, con aditivos similares a los no proteínicos.

**Espumógenos fluoroproteínicos**, de base semejante a los proteínicos y caracterizados por una mayor efectividad frente al fuego.

Existen también otros tipos de espumógenos concebidos para trabajar en circunstancias especiales (bajas temperaturas, en presencia de polvo químico seco, etc.).

Normalmente los espumógenos no deben mezclarse, pues suele producirse la precipitación del compuesto activo y, por tanto, el deterioro del espumógeno.

Las espumas se emplean, muy especialmente, para fuegos superficiales de clase A y B, actuando por ahogo y el agua liberada al descomponerse la espuma apaga las brasas por enfriamiento.

También pueden emplearse para proteger los riesgos derivados del calor irradiado por un fuego y para detener o reducir el desprendimiento de gases tóxicos y vapores combustibles.

No son adecuados para fuegos clases C. Tampoco para fuegos eléctricos pues la proporción del agua existente las hace conductoras de electricidad.

Las espumas de gran expansión son muy adecuadas para actuar por inundación en espacios cerrados (fuegos A y B). Su alto coeficiente de expansión hasta 1000:1) y su fluidez permite su derrame hasta lugares inaccesibles para mangueras. Sus principales efectos son:

- Aislamiento del aire con relación al fuego.
- Dilución de la concentración de oxígeno.
- Refrigeración al vaporizarse el agua que contiene.
- Aislamiento contra el calor.

#### **2.3.8.4. ANHIDRIDO CARBONICO**

El CO<sub>2</sub>, anhídrido carbónico o dióxido de carbono, es un gas a temperatura ambiente, utilizado desde hace muchos años en la extinción de fuegos de combustibles líquidos y equipos eléctrico <<vivo>>.

En los fuegos de clase A tiene dos limitaciones sensibles. En primer lugar estos fuegos producen brasas y el CO<sub>2</sub> apaga la llama, pero no la brasa salvo que se mantenga una atmósfera sofocante durante largo período de tiempo que permita su enfriamiento. En segundo lugar, este tipo de fuegos desprende gran cantidad de calor, por lo que existe el peligro de que el CO<sub>2</sub> se gasifique antes de llegar al combustible.

Frente a los fuegos que al arder liberan oxígeno es ineficaz, pues al actuar por ahogo o sofocación, el fuego se mantiene a expensas del oxígeno liberado por el combustible.



Tampoco es apto en los fuegos de clase D, pues los metales reactivos incendiados (sodio, potasio, magnesio, titanio, etc., así como los hidruros metálicos) no pueden ser extinguidos con anhídrido carbónico, ya que descomponen a éste en sus electos básicos (carbono y oxígeno) proporcionando combustible y comburente al fuego.

Es incombustible e inerte (no reacciona químicamente). Al almacenarse licuado se autoimpulsa al descargarlo sobre un fuego. No es conductor de electricidad. Es incoloro e inodoro y su densidad de vapor es de 1,5, es decir 50% más pesado que el aire. Fácilmente licuable y solidificable, mediante compresión y enfriamiento. A 31 °C y presión de 72 atm. Se encuentra en estado líquido.

Este es el estado en que se almacena en botellas de acero estirado.

Si, una vez líquido, se libera parte de él, se produce su gasificación parcial, con lo que absorbe calor (80 Cal/Kg) y, por tanto, la parte no gasificada se enfría pasando al estado sólido (nieve carbónica). Es en esta forma en la que aparece al ser descargado sobre un fuego.

Aunque el CO<sub>2</sub> no es tóxico, puede llegar a producir inconsciencia y muerte por asfixia, ya que no es respirable. Son tolerables concentraciones hasta 3%; aumentadas al 9% causan inconsciencia en pocos minutos; concentraciones superiores pueden motivar asfixia. Cuando se descarga en habitaciones cerradas, debe ser evacuado todo el personal que las ocupe.

Las bajas temperaturas afectan a sus condiciones de descarga, pues, aunque no se hiela, reduce su alcance. De igual forma que no debe mantenerse almacenado a temperaturas superiores a 48.9 °C, su almacenamiento a alta presión (60 atm.) tampoco debe someterse a temperaturas inferiores a 0 °C. Los sistemas de baja presión (23 atm.) pueden funcionar correctamente a temperaturas no inferiores a 17.8 °C.

El dióxido de carbono tiene una resistencia dieléctrica 1,2 veces a la del aire, por lo que se considera no conductor. Pero ha de tenerse en cuenta que su paso por tuberías produce cargas de electricidad estática por fricción.

Sus efectos extintores son por ahogo (dilución o separación del agente oxidante) y por enfriamiento.

### **Extinción por ahogo**

Como el CO<sub>2</sub> es almacenado a presión en estado líquido, al ser liberado se gasifica de tal forma que 1 Kg de CO<sub>2</sub> líquido ocupa un volumen de 500lts. En estado gaseoso a presión atmosférica. Al descargarlo sobre un fuego, lo cubre aislándolo del oxígeno del aire y lo extingue. Las concentraciones requeridas para la extinción varían de 20 a 65 %, según el combustible incendiado.

### **Extinción por enfriamiento**

La brusca expansión producida al pasar CO<sub>2</sub> de estado líquido a gaseoso, absorbe calor (80 Cal/Kg) y se solidifica formando la nieve carbónica. Esta se descarga a -79 °C y, por efecto del calor, se sublima, pasando nuevamente al estado gaseoso, absorbiendo el correspondiente calor. El calor latente de vaporización del CO<sub>2</sub> es de 62 Cal/Kg., por lo que comparado con el agua, 537 Cal/Kg., se deduce que ésta tiene un poder de enfriamiento 10 veces superior.



### 2.3.8.5. POLVO QUÍMICO SECO

Bajo esta denominación genérica se conoce una amplia gama de agentes extintores. Básicamente y en lo que se refiere a su comportamiento frente al fuego, pueden establecerse los dos siguientes grupos:

- **Polvo químico seco normal**, para fuegos B, C y eléctricos.
- **Polvo químico seco antibrasa o polivalente**, para fuegos A, B, C y eléctricos.

El polvo químico seco es una mezcla de sales metálicas finamente pulverizadas. Los compuestos más usados son bicarbonato sódico, bicarbonato potásico y fosfato amónico, junto con varios aditivos para mejorar sus características de almacenamiento, flujo y absorción del agua. Estos aditivos son, principalmente, estearatos metálicos y siliconas. La experiencia ha demostrado que el bicarbonato potásico y el fosfato amónico son más eficaces que el bicarbonato sódico.

El polvo químico seco normal es básicamente bicarbonato sódico o potásico.

El polvo químico seco antibrasa se compone principalmente de fosfato amónico.

No presenta toxicidad alguna, aunque su uso en gran cantidad puede causar dificultades respiratorias al producirse una atmósfera pulverulenta que, también, dificulta la visión. El tamaño de las partículas suele oscilar entre 10 micras (0.01mm) y 75 micras de diámetro.

Cuando se actúa sobre un fuego con polvo químico seco, la llama se extingue casi automáticamente. No se conoce, exactamente, el mecanismo y la química de la extinción, si bien se ha comprobado que, en su eficacia, influyen los poderes de sofocación, enfriamiento, aislamiento de la llama del combustible y la saturación de los radicales libres.

Cuando se emplea polvo antibrasa, el fosfato amónico se descompone con el calor, dejando un residuo pegajoso sobre el combustible. Este residuo <<sella>> las brasas, aislándolas del oxígeno y apagándolas, por tanto, evitando su reignición.

Según la teoría de la reacción en cadena, en la combustión se genera radicales libres, los cuales son necesarios para mantener la combustión. Parece ser que el polvo químico seco satura estos radicales interrumpiendo la reacción en cadena. Se cree que es debido a ello su máximo efecto extintor.

El polvo químico seco está especialmente indicado en fuegos de clase B. Y si es polvo químico seco antibrasa, también en fuegos clase A.

Por no ser conductor de electricidad, se utiliza en fuegos de origen eléctrico o en los que coexisten ambas clases de fuego B y eléctricos. También en los fuegos C.

Su utilización está limitada en los siguientes casos:

- Lugares o equipos en los que sea difícil la limpieza de residuos, pues actuarían como abrasivo.
- Cuando existe riesgo de reignición, pues no produce atmósfera inerte.
- Equipos eléctricos delicados o equipos electrónicos, ya que pueden dejarlos inoperantes.
- Fuegos que aportan su propio oxígeno.



- Cuando también se use espumas físicas, pues son incompatibles ambos agentes, salvo preparación especial.

En su almacenamiento no le afectan las bajas temperaturas, pero debe evitarse que la temperatura ambiente pase de 60 °C, ya que los aditivos pueden fundirse y formar grumos que impidan una correcta descarga.

#### **2.3.8.6. HIDROCARBUROS HALOGENADOS (HALONES)**

Tradicionalmente y hasta hace poco han sido considerados como los agentes extintores más adecuados cuando debía disponerse de un agente limpio y además de utilización segura en presencia de personas.

Actualmente la confirmación de su efecto destructor sobre la capa de ozono, cuestiona seriamente su utilización.

Las limitaciones impuestas por el Protocolo de Montreal a la producción de agentes halogenados y sus posteriores revisiones aconsejan y fuerzan a los técnicos en protección contra incendios a buscar y ofrecer alternativas a las protecciones tradicionales mediante hidrocarburos halogenados.

En varios países europeos no solamente se ha prohibido su utilización sino que además se ha establecido plazos para la sustitución de las instalaciones existentes. Por otro parte los fabricantes están probando nuevos agentes, pero las pruebas no tanto de su poder extintor, sino de sus posibles efectos sobre las personas y las condiciones de descarga condicionan seriamente su utilización.

Solamente una profesional dedicación y experiencia en el campo de la protección contra incendios, permite encontrar y proponer soluciones alternativas a la utilización de los hidrocarburos halogenados tradicionales.

#### **2.3.9. MATERIAL O EQUIPO MOVIL**

Los agentes extintores pueden aplicarse en diversas formas sobre los riesgos a proteger, empleándose en cada caso el material o equipo correspondiente.

Por su aplicación, se clasifican dichos materiales o equipos en móviles o fijos, entendiéndose como fijos aquellos que no pueden ser desplazados del lugar que ocupan sin dejarlos fuera de servicio.

Corresponden a la clasificación de materiales o equipo móvil, los extintores, puestos de incendios, generadores y vehículos.

#### **2.3.10. EXTINTORES**

Estos aparatos portátiles están diseñados y realizados para ser transportados y accionados por una o dos personas. A cada agente extintor corresponde el aparato adecuado a sus características, según en forma sucinta se describe a continuación.



### **Extintores de agua (hídricos)**

Constan de un cuerpo metálico que aloja al agente. La impulsión del mismo se consigue presurizando el extintor y accionando la válvula de disparo. Pueden ser de presión adosada o presión incorporada.

Los de presión adosada utilizan CO<sub>2</sub> como gas impulsor, encerrado en estado líquido en el interior de una botella situada en el interior o exterior del cuerpo extintor. Por percusión o accionamiento de una válvula prevista a tal objeto, el gas se expande entrando en contacto directo con el agua e impulsándola al exterior.

Los de presión incorporada están presurizados con aire o CO<sub>2</sub>, que está en permanente contacto con el agua y contenido en el cuerpo del extintor. Basta accionar la válvula de disparo para que se produzca la salida del agente. Según tamaños, van provistos de manómetro que permite comprobar el estado de carga en cada momento.

Normalmente tiene una capacidad de 10 litros, su alcance es de unos 8 metros y la duración de descarga de 1 minuto aproximadamente.

En algunos casos se adiciona al agua un producto surfactante que aumenta su poder de penetración.

### **Extintores de espuma química**

Están en desuso, por la mayor aplicación y efectividad de la espuma física. Constan de un cuerpo que aloja la solución alcalina y de cuya parte superior pende un recipiente con la solución ácida. Al invertir el aparato se efectúa la mezcla de ambas soluciones, generándose la espuma, que es expulsada al exterior por la presión del CO<sub>2</sub> liberado de la reacción.

Su capacidad normal es de 10 litros, su alcance de unos 8 metros y el tiempo de descarga de 1 minuto aproximadamente.

### **Extintores de espuma física**

De poca difusión en el mercado, intentan ocupar el puesto dejado por los de espuma química.

Son similares a los de agua, tipo presión incorporada. Contiene una mezcla de agua y espumógeno y la boquilla ha sido sustituida por una pequeña lanza de espuma.

Su capacidad es de 10 litros, alcance de 6 metros y tiempo de descarga de 1 minuto aproximadamente.

### **Extintores de anhídrido carbónico**

Este gas se encierra en fase líquida en cuerpos de acero estirado sin soldadura. Al abrir la válvula que cierra el extintor, el gas se autoimpulsa depositándose en forma de nieve.

Las capacidades son de 2-3,5-5-10-20-30 y 60 kg; los cuatro últimos modelos son de tipo de carro, dado el gran peso de estos aparatos.

Sus alcances oscilan entre 6 y 14 metros y los tiempos de descarga entre 1 y 3 minutos, según tamaños.



### **Extintores de polvo seco**

Al igual que los hídricos, la impulsión del agente se consigue presurizando el extintor y accionando la válvula de disparo.

Se fabrican con:

- Presión adosada exteriormente
- Presión adosada interiormente
- Presión incorporada

Según explicación ya dada para los extintores de agua.

Como gas impulsor se utiliza CO<sub>2</sub> en los de presión adosada y nitrógeno en los de presión incorporada.

Sus capacidades son de 1-2-6-12-25-50-100 y 200 kg. Los cuatro últimos son de carro. Los alcances oscilan entre 4 y 20 metros y los tiempos de descarga entre 30 segundos y 4 minutos según tamaños.

### **Eficacia de los extintores**

La eficacia frente al fuego de un extintor se mide mediante un ensayo definido por las normas UNE que da a cada eficacia un número que indica su potencia extintora y una letra para el tipo de fuego correspondiente.

#### **2.3.11. BOCA DE INCENDIO EQUIPADA (BIE)**

Están destinados y dispuestos para distribuir el agente en un área limitada. Acoplados en forma fija a una red general de agua constan de un:

- Armario metálico, resistente a la intemperie y con frente de cristal o puerta metálica que aloja una:
- Devanadera metálica y giratoria, en la que se arrolla una:
- Manguera conectada a la red de suministro de agua mediante una:
- Válvula de paso, con o sin un:
- Manómetro indicador de la presión en la red.
- La manguera lleva conectada en su extremo opuesto una:
- Lanza proyectora realizándose la conexión de válvula y lanza a manguera mediante:
- Racores metálicos.

Cada uno de estos elementos componentes del BIE pueden elegirse y suministrarse en diferentes tipos y variantes, según exigencias del caso (industrial, decorativo, etc.) o deseo del usuario.

Así:

- La devanadera puede ser de aluminio, cromada, cadmiada, pulida, de alimentación axial etc...
- La manguera de 25, 45 ó 70 mm Ø y de 15,20 ó 30 metros de longitud;
- La válvula de paso recta, angular u oblicua y pulida o cromada;
- La lanza de dos o tres posiciones, con proyección en forma de chorro o de niebla con o sin incorporación de mecanismo que proyecte cortina de agua para protección del operador y con mecanismo de cierre.
- Los racores de tipo Barcelona, Store u otros y en materiales diversos.



La elección de la manguera exige cuidadosa atención. Han de tenerse en cuenta sus principales características que son:

- Presión de trabajo (normalmente no superior a 10 kg/cm<sup>2</sup>);
- Resistencia al rozamiento
- Flexibilidad;
- Ligereza o reducido peso;
- Resistencia a los agentes atmosféricos;
- Fácil mantenimiento.

El agente extintor puede ser agua, espuma física o CO<sub>2</sub>, dependiendo de la naturaleza de los elementos componentes del BIE.

Cuando el agente sea espuma física, hay que añadir a los elementos mencionados un inductor para espumógeno y el propio espumógeno.

El inductor o proporcionador del espumógeno tiene por función la inyección de éste en el caudal de agua y en la proporción adecuada para formar, el espumante.

### **2.3.12. COLUMNAS HIDRANTES EQUIPADAS (CHE)**

Su función y conexión a red de agua es idéntica a la de las BIE, aunque se instalan en exteriores.

Son equipos formados por una columna y un conjunto de válvulas y racores a los que se acoplan mangueras, motores, tanques o bombas de los servicios de extinción.

La columna está conectada en permanencia a la red de agua y sus características definen el tipo de CHE.

**CHE de columna mojada:** Cuya columna está permanentemente llena de agua a la presión de la red y con válvula de cierre individual.

**CHE de columna seca:** Cuya columna va dotada de una válvula que la mantiene vacía de agua excepto cuando se utiliza.

El número de válvulas y racores suele ser variable, siendo lo más normal dos tomas de 70 mm Ø y de 1 de 100 mm.

Todas las tomas han de ir equipadas con racores y tapón y dispondrá de válvula de cierre individual en el caso de columna húmeda.

### **2.3.13. GENERADORES DE ESPUMA FÍSICA**

Son aparatos portátiles accionados por motor eléctrico, de combustión o mediante agua a presión y están diseñados para producir espuma física de alta expansión. Pueden ser empleados como parte de una instalación fija o como equipo móvil.

Son de gran utilidad para extinción por inundación, alcanzando producciones de espuma de 200 m<sup>3</sup>/minuto.



### 2.3.14. VEHICULOS

Los vehículos autopropulsados destinados a la extinción de incendios, podrían ser también clasificados como de instalación fija, pues en realidad es una instalación de este tipo lo que transportan. Normalmente son equipados a requerimiento del comprador con los sistemas que éste precisa.

Los tamaños pueden variar desde un simple <<jeep>> hasta un camión de varias toneladas.

### 2.3.15. INSTALACIONES FIJAS

#### 2.3.15.1. INSTALACIÓN FIJA DE ROCIADORES AUTOMATICOS DE AGUA

Como ya se ha indicado, corresponde a los equipos que no pueden ser desplazados del lugar en que están situados, salvo que se les deje fuera de servicio.

Estas instalaciones están consideradas como las más eficaces, pese a sus limitaciones.

Los rociadores automáticos de agua o sprinklers son válvulas especiales para distribuir el agua en forma de lluvia. Su apertura es individual y se produce al alcanzar cada rociador una temperatura determinada.

Su efectividad es muy elevada. Según estadísticas norteamericanas, que abarcan desde 1897 a 1974 estos sistemas han actuado satisfactoriamente en un 86,2 % de un total de 81425 incendios, de los cuales el 97% fueron extinguidos con 15 o menos rociadores.

Su característica más interesante es el de aunar los puntos de rociador de agua con puntos de detección termostática, con lo que sólo se abre y actúan los precisos y en los lugares donde está el riesgo, obteniéndose un control y una extinción del fuego más perfecto, junto con una disminución de las pérdidas por agua. Al mismo tiempo facilitan el acceso al área incendiada, ya que refrigeran los humos y limpian la atmósfera, no perturbando la visibilidad.

Para diseñar una instalación de rociadores es preciso clasificar antes el riesgo. Actualmente se clasifica en tres categorías, correspondiendo a cada una de ellas unas áreas de protección por rociador y unas densidades de descarga en litros-minuto/m<sup>2</sup>, denominadas riesgo ligero, riesgo ordinario y riesgo extra.

**Riesgo Ligero (RL):** Locales no industriales en los que tanto la cantidad de material combustibles como su combustibilidad son bajas.

**Riesgo Ordinario (RO):** Locales comerciales e industriales donde los incendios no son susceptibles de propagarse de manera intensa en los primeros minutos.

**Riesgo Extra (RE):** Locales comerciales e industriales con alta carga de fuego donde los incendios son susceptibles de propagarse de manera intensa por:

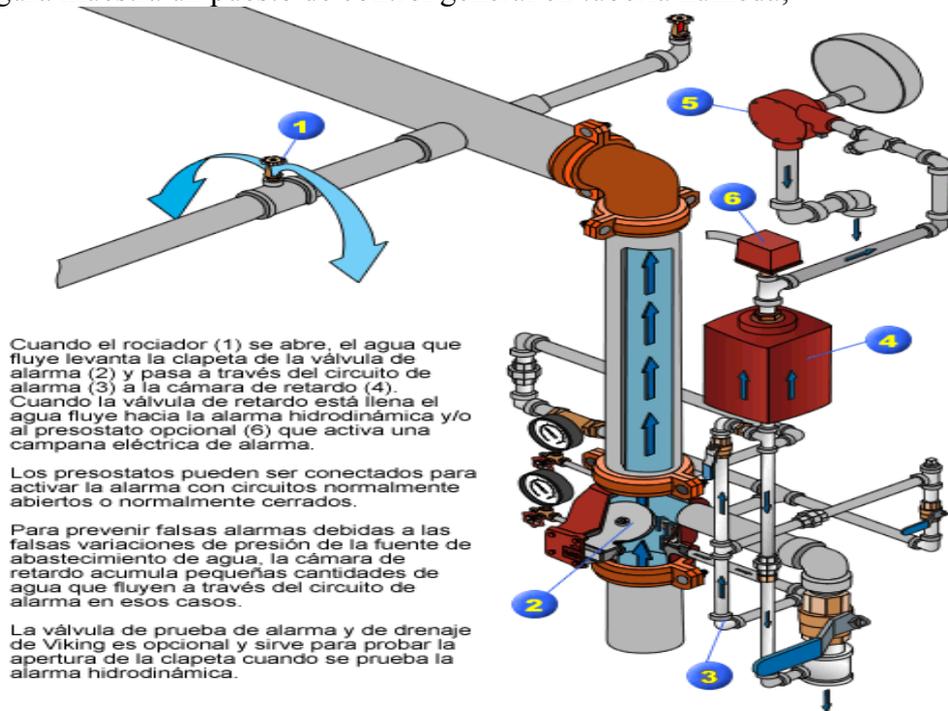
- La naturaleza del proceso (**Riesgo Extra-Proceso(RE-P)**)
- La cantidad y combustibilidad del material almacenado (**Riesgo Extra- Almacenamiento (RE-A)**).

### Tipos de Instalaciones

Existen diversos tipos de instalaciones cuya elección es función de las características del riesgo a proteger.

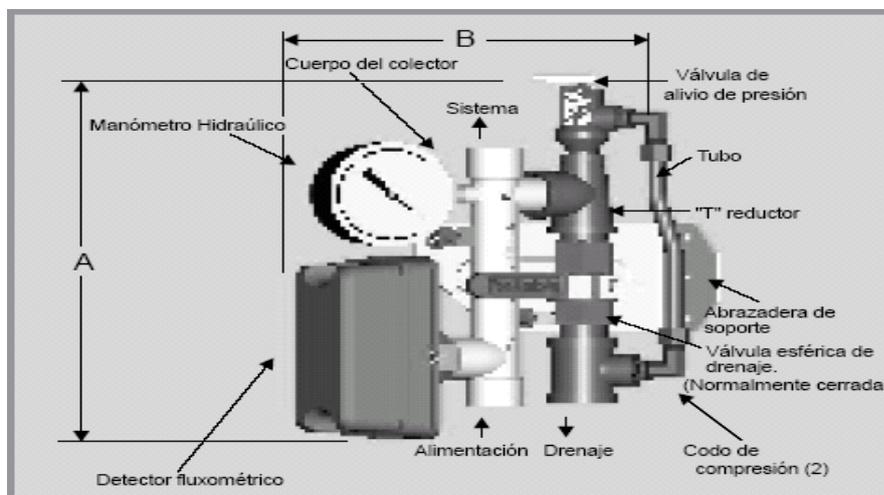
**Tubería mojada.** En este caso la red de tubería está constantemente bajo presión de agua. Representa el 75% de las instalaciones de rociadores y no debe instalarse cuando exista peligro de heladas.

La figura muestra un puesto de control general en tubería húmeda;



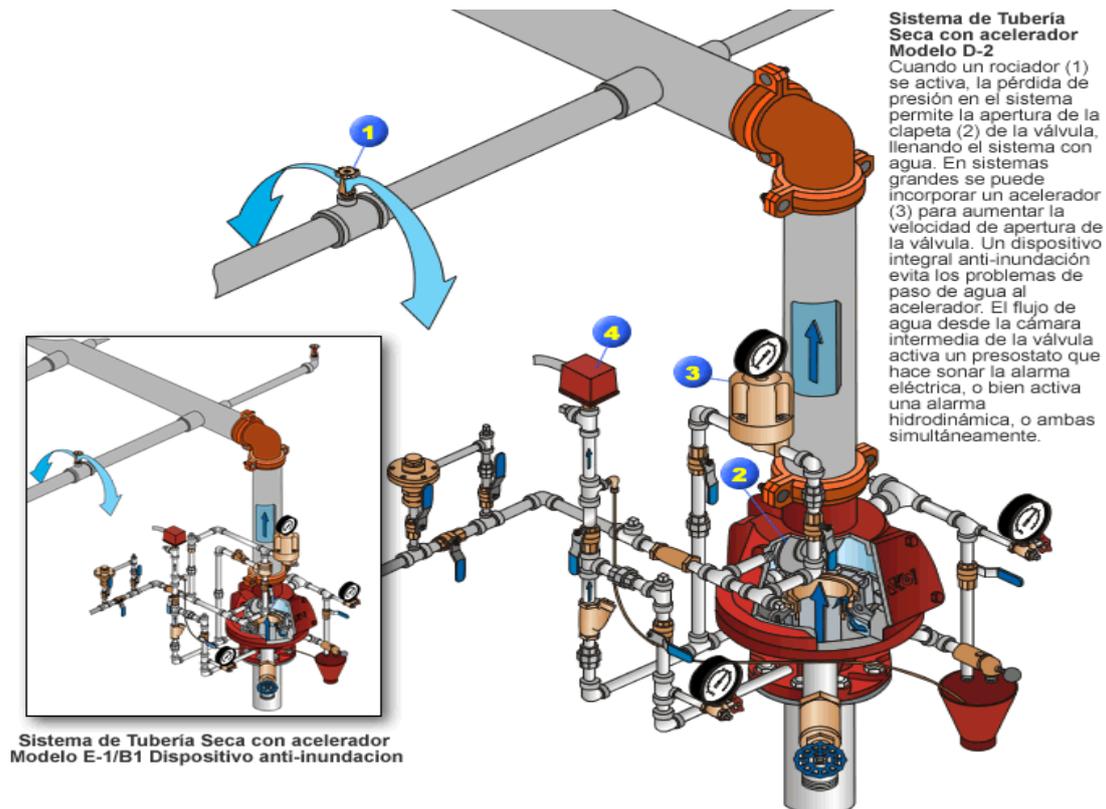
**Figura 3. Puesto de control general de red de rociadores en tubería húmeda**

La figura que se muestra a continuación es el puesto de control local de un sistema de tubería húmedo;



**Figura 4. Puesto de control local de red de rociadores en tubería húmeda**

**Tubería seca.** En este caso el agua sólo llega hasta la válvula de control, estando llena de aire a presión la instalación entre aquella y los rociadores. Al abrirse un rociador el aire escapa permitiendo la apertura de la válvula y el paso de agua. Este tipo de sistema debe instalarse cuando existe peligro de helada y va complementado con dispositivos para acelerar la salida del aire de la red de tubería al abrirse un rociador. La figura que se muestra a continuación es el puesto de control general de un sistema de tubería seca;



**Figura 5. Puesto de control general de red de rociadores en tubería seca**

**Acción previa.** Está diseñada para evitar daños por agua a consecuencia de roturas de tubería. Es un sistema tipo tubería seca en el que la válvula de control se opera por un sistema de detección independiente.

**Inundación.** Puede considerarse como un sistema de acción previa con rociadores de gran caudal abiertos. Producen el rociador con agua de todo el edificio, cualquiera que sea la zona afectada por el fuego y son de aplicación en riesgos donde puedan generarse fuegos de rápida propagación.

**De uso alternativo.** Combina los sistemas de tuberías seca y mojada, con el fin de obtener una mayor rapidez de acción en un sistema de tubería seca cuya línea de alimentación sea muy larga. Estos sistemas llevan dos válvulas de control conectadas en serie a ambos extremos de la línea de alimentación; la más cercana a los rociadores funciona como en un sistema de tubería seca y la más alejada como uno de acción previa estando toda la línea llena de aire desde esta



válvula hasta los rociadores. Al producirse un fuego se abre la válvula de acción previa, inundando de agua la alimentación y activando ya el sistema como uno de tubería seca.

**Alternativa subsidiaria.** Son instalaciones de uso alternativo y tubería seca, de extensión relativamente pequeña, situadas como prolongación de otro tipo de instalaciones.

### Tuberías

Las tuberías empleadas en estos sistemas suelen ser de hierro, utilizándose en España la tubería DIN 2440, St. 35. También se acepta la tubería soldada eléctricamente, siempre y cuando que su presión de trabajo sea la adecuada.

### Tipos de Rociadores

Pueden ser:

**Modelo montante:** Es un rociador que se monta sobre la tubería, de manera que el agua sale hacia arriba, golpea el deflector y se desvía hacia abajo distribuyendo el agua en forma de paraguas. En la siguiente figura se muestra un ejemplar.



**Figura 6. Rociador montante**

**Modelo convencional:** Estos rociadores están diseñados para producir una descarga hacia abajo y lanzando una proporción de agua hacia el techo. Por lo general, están dotados de un deflector que permite que los rociadores sean montados tanto en posición <<montante>> como <<colgante>>, pero también pueden ir dotados de un deflector específico para cada una de estas posiciones. Proporcionan una descarga de tipo esférico, que distribuye el 30% hacia arriba y el 60 % hacia abajo. En la siguiente figura se muestra un ejemplar



**Figura 7. Rociador convencional**



**Modelo pulverizador:** Estos rociadores están diseñados para producir una descarga bajo el plano del deflector, no siendo de consideración el agua lanzada hacia arriba. Se fabrican en dos tipos: uno adecuado para su montaje en posición montante y el otro en posición colgante.

**Modelo decorativo:** Estos rociadores están diseñados para uso con tubería oculta y se instalan en posición colgante con placa o escudo para empotrar en el falso techo y con el elemento fusible debajo del plano del mismo. Se fabrican con deflectores de descarga del modelo convencional o pulverizador.

Los rociadores de este tipo están pensados para conseguir una buena apariencia, instalándolos de la forma más oculta posible. Se usan normalmente en salones de entrada a hoteles, comedores, oficinas, salas de consejos y tiendas al por menor, etc. Como se muestra en la figura:



**Figura 8. Rociador decorativo**

Son de dos tipos:

- Los que tienen deflectores fijos.
- Los que tienen deflectores plegados que se colocan en su posición normal en el momento de actuar. No se deben instalar debajo de escaleras o techos con inclinación superior a 45 °.

**Modelo de pared:** Estos rociadores están diseñados para su instalación a lo largo de las paredes de una habitación próximos al techo. El diseño de este rociador es por lo general, similar a los mencionados anteriormente excepto por un deflector especial que da lugar a que la mayor parte del agua se descarga a un lado en forma parecida a un cuarto de esfera, descargando una pequeña porción sobre el muro detrás del rociador. El alcance máximo hacia delante es de unos 4,5 m. Los rociadores modelo de pared no se consideran generalmente como un sustituto de los rociadores convencionales y su uso está limitado, principalmente, a oficinas, recibidores, salones de entrada, pasillos, etc. También pueden ser usados con ventaja en el caso de túneles de secado y pantallas sobre máquinas de fabricación de papel donde es necesario evitar la caída de gotas de agua debidas a la condensación sobre canalizaciones de la instalación, y en otros locales, tales como escaparates de tiendas y bajo plataformas, que tienen techo debajo, donde los rociadores convencionales estarían expuestos a daños mecánicos. En la siguiente figura se muestra un ejemplar.



**Figura 9. Rociador de pared horizontal**

**Modelo colgante seco:** Se admite el empleo de estos rociadores en aquellas partes de la instalación protegidas por una instalación de tubería seca o alterna, donde no es posible instalar los rociadores en posición montante o donde siendo una instalación de tubería mojada exista el riesgo de helada. Al margen de otras medidas para evitar el hielo, el rociador en sí es similar a los de tipo convencional o pulverizador colgante. Se fabrica en forma integral junto con una bajante, de longitud variable, estando situado el dispositivo de obturación de la bajante ligeramente por encima del nivel. Como se muestra en la figura.



**Figura 10. Modelos de rociadores en tubería seca**

#### **Sistema de apertura de los rociadores**

La descarga de agua a través del rociador está impedida por un tapón sujeto por un mecanismo sencillo. Este mecanismo de cierre es sensible al calor y puede ser;

- Placas soldadas.
- Ampolla.
- Barra eutéctica.

El mecanismo de placas soldadas actúa al fundirse la soldadura a una temperatura prefijada. Se compone de dos levas, una apoyada en el tapón y la otra en el deflector. El equilibrio de las levas se consigue mediante una acción de palanca, simultánea sobre ambas, ejercida sobre dos placas soldadas entre sí. Al fundir la soldadura, las placas se sueltan, rompiéndose el equilibrio de las levas que caen dejando libre el tapón, el cual es expulsado por el agua a presión.

En el sistema de ampolla el mecanismo de disparo es una ampolla de vidrio especial, llena, casi por completo, de un líquido de bajo punto de ebullición y situada entre el deflector y el tapón, impidiendo moverse a este último. Al dilatarse el líquido por el calor, el aire que queda en la ampolla se disuelve en el líquido, creciendo rápidamente la presión, estallando la ampolla y liberándose el tapón. La temperatura de operación se fija ajustando la relación líquido-aire en el interior de la ampolla. A continuación en la figura se muestra las fases que ocurren en la ampolla.



**Figura 11. Mecanismo de disparo de ampolla**

El dispositivo de barra eutéctica es similar al anterior en cuanto a su disposición en el rociador. La ampolla está aquí sustituida por una barra de una aleación eutéctica de punto de fusión determinado.

### **Temperatura de actuación**

Los rociadores se fabrican con tipos de temperatura nominal que varían entre 57 °C y 260 °C. Se deben instalar rociadores que actúan a temperaturas superiores, por lo menos en 28 °C, a la temperatura ambiente más elevada. En condiciones normales y climas templados, son generalmente adecuados rociadores de 68 a 74 °C. Bajo vidrieras y en espacios entre techo y cubierta (falsos techos), así como en escaparates no ventilados, puede ser necesario instalar rociadores entre 79 y 100 °C.

### **Válvulas de alarma**

Su función es indicar el estado de alarma, indicar las presiones de agua y aire, manipular en el sistema en caso de fuego y efectuar pruebas periódicas.

Son de tipo claveta y disponen de una serie de mecanismo y tomas que permiten el drenaje de la red de rociadores, la toma de presiones, la señalización de flujo de agua a través de ella (alarma), y la simulación de este último para pruebas.

Su funcionamiento se basa en la apertura de la claveta al reducirse la presión en su cara aguas abajo como consecuencia de la apertura de un rociador. La apertura de la claveta permite el paso de agua hacia los rociadores y hacia la tubería de alarma que acciona un presostato y una alarma hidráulica.

En el caso de instalaciones cuya presión de instalación pueda variar, se intercala en la tubería de alarma una cámara de retardo cuyo fin es compensar las variaciones de presión antes de que generen una alarma.

Hay de dos clases según la instalación sea mojada o seca.

Se diferencian en que en la tubería seca la claveta queda sujeta una vez abierta, pudiendo además instalarse un acelerador cuya misión es drenar aire de las líneas de rociadores para facilitar la apertura de la claveta.

### **2.3.15.2. INSTALACIÓN DE COLUMNA SECA**

La normativa aplicable a los “Edificios de Gran Altura” define la utilización de la instalación de columna seca como medio de apoyo a las brigadas de extinción de incendios. Las diferentes Ordenanzas de tipo Municipal recogen de forma específica los detalles de su instalación, pero a efectos de ilustración y aunque ya no vigentes, se indican a continuación los criterios establecidos en su día en las Normas Tecnológicas de Edificación <<Instalaciones de Protección



contra el Fuego>> aprobadas por Orden del Ministerio de la Vivienda del 26 de Febrero de 1974 (BOE del 2 y 9 de Marzo), y que como referencia práctica todavía hoy vienen siendo utilizadas.

<<En todo Edificio, cuyo número de plantas sea superior a 8 o cuya altura sobre la rasante sobrepase los 25 metros, se instalarán, por caja de escalera, columnas secas con tubería de 3 “.

Constarán estas columnas secas de una toma de alimentación, según IPF-41 y de las bocas de columna según la siguiente distribución:

Numeradas las plantas a partir de la de acceso y en su sentido ascendente, se instalará una boca de columna IPF-39 en las plantas 3-7-10-11-12-14-15-16-18-19 y 20.

Siguiendo la misma numeración de las plantas, se instalará una boca de columna con llave de sección IPF-40 en las plantas 5-9-13 y 17.

En la toma de alimentación (fachada), deberá instalarse una llave de purga, con diámetro mínimo de 1”, que permite el drenaje de la columna.

### **2.3.15.3. INSTALACIÓN FIJA DE PULVERIZADORES DE AGUA**

Estas instalaciones fijas corresponden al tipo de inundación descrito en el apartado d) de las instalaciones de rociadores, en los que la detección es independiente y los rociadores están sustituidos por boquillas pulverizadoras capaces de producir una aspersion fina o pulverización del agua.

La ventaja que presentan sobre las instalaciones de sprinklers, son:

- Disminución de los daños por el agua.
- Utilización en fuegos de clase E.
- Posibilidades de una detección más perfecta, ya que no están sujetos como los rociadores a una detección termostática.

La instalación se acciona mediante el sistema de detección que da la orden de apertura a la válvula <<Deluge>>. Esta válvula, de apertura rápida, permite el paso de agua hacia los pulverizadores. Generalmente son de dos tipos:

**De clapeta:**( Similar a la de rociadores de tubería seca).

**De asiento:** Las boquillas pulverizadoras pueden ser de cono lleno, cono hueco y chorro plano, en función del riesgo a proteger y con diferentes ángulos de conicidad del chorro, según la cobertura deseada.

En cuanto a condiciones del sistema, son similares a las de los rociadores.



#### **2.3.15.4. INSTALACIÓN FIJA DE ANHIDRIDO CARBONICO**

Clasificando las instalaciones de CO<sub>2</sub>, según el tipo de almacenamiento del gas, pueden distinguirse los dos siguientes tipos:

##### **Sistemas de baja presión**

El CO<sub>2</sub> se almacena en depósitos bajo una presión de 23 kg/cm<sup>2</sup>. La temperatura es mantenida, mediante refrigeración y aislamiento, a -18 °C, siendo su presión de 21kg/cm<sup>2</sup>. La refrigeración se consigue mediante un líquido criogénico que circula por tubería situada en la parte alta del depósito. La condensación del CO<sub>2</sub> sobre las mencionadas tuberías, regula automáticamente la temperatura interior y, por tanto, la presión del gas.

El coste del depósito hace que este tipo de sistemas sólo sea económico cuando la cantidad de anhídrido carbónico almacenada supera los 250 kg, teniendo como capacidad límite los 125 Tm. El gas es conducido hasta las boquillas de descarga cuyo caudal puede alcanzar los 1150 kg/min.

Todos los depósitos deben cumplir con el reglamento de recipientes a presión, yendo provistos de los correspondientes elementos de seguridad, como son válvulas de diafragma y seguridad taradas a 24 kg/cm<sup>2</sup> válvulas de escape libre tarada a 26 kg/cm<sup>2</sup> y, en ocasiones, placas y discos de rotura a 42 kg/cm<sup>2</sup>, con escape conducido.

##### **Sistemas de alta presión**

En estos sistemas, el CO<sub>2</sub> se almacena en cilindros o botellas de acero estirado sin soldadura. El gas se encuentra a temperatura ambiente, siendo su presión de 60 kg/cm<sup>2</sup> a 21 °C. Dado el rápido incremento que experimenta la presión al aumentar la temperatura, los cilindros no deben almacenarse en locales en los que se alcance temperaturas superiores a 50 °C, ya que la presión del gas alcanzará los 160 kg/cm<sup>2</sup>. Esta presión máxima permite un amplio margen de seguridad hasta la presión a que se prueban los recipientes (250 kg/cm<sup>2</sup>).

Los cilindros suelen ser de 39 kg de capacidad de CO<sub>2</sub> aunque en algunas ocasiones se emplean cilindros de 50 kg. Esta última solución es más económica aunque produce una descarga menos uniforme y entraña un cierto riesgo de congelamiento de la tubería, con la consiguiente obstrucción.

#### **2.3.15.5. INSTALACIÓN FIJAS DE ESPUMA**

Básicamente estos sistemas constan de:

- Alimentación principal de red de agua,
- Depósito de espumógeno,
- Proporcionador o mezclador, que mezcla el espumógeno y el agua para producir el espumante.
- Equipo de distribución de la espuma.

Según el espumógeno empleado, serán sistemas de baja, media o alta expansión y, según el equipo de distribución, serán sistemas de rociadores, de inyección interior, de cámaras de espuma, etc.



En los sistemas de rociadores se emplean boquillas abiertas que distribuyen la espuma por el área a proteger. Son sistemas de diseño similar a los sprinklers y principalmente se emplean en protección de hangares. Un sistema de inyección interior se emplea para protección de tanques de líquidos combustibles y se caracteriza porque produce e impulsa la espuma en el interior y a través del seno del combustible, llegando aquélla a la superficie debido a su menor densidad. Estos sistemas requieren espumógenos especiales que no contaminen por el combustible.

Las cámaras de espuma se emplean como medio para proteger tanques de techo fijo. Son elementos que producen espuma y la depositan sobre la superficie del combustible. Pueden ser sencillas o múltiples dependiendo del diámetro del tanque.

En tanques de techo flotante se instalan generadores de espuma distribuidos simétricamente sobre el techo del tanque y que vierten la espuma sobre el anillo formado por la junta de cierre del techo.

El espumógeno es alimentado a través de una manguera flexible que permite alimentar a los generadores, cualquiera que sea la posición del techo.

Finalmente, y en locales o tanques de aceites de temple, etc., pueden instalarse generadores de espuma de media o alta expansión que actúen por inundación total o por aplicación local.

Los sistemas son siempre de tubería seca a partir del proporcionador, comenzando a actuar desde el momento en que se alimenta a éste con agua a presión.

#### **2.3.15.6. INSTALACIÓN FIJAS DE POLVO QUMICO SECO**

Estos sistemas son de origen relativamente reciente, comparativamente con los anteriores. Su aplicación es más limitada ya que se destinan como los de CO<sub>2</sub>, a la protección de riesgos y equipos localizados.

Constan de un depósito de polvo resistente a la presión, en el que el agente extintor no está presurizado. Comunicado con él se instala un recipiente que contiene el nitrógeno que actúa como gas impulsor.

Del depósito arranca la tubería que termina en las boquillas de distribución.

La detección puede formar parte del sistema, pudiendo ser el accionamiento del mismo manual o semiautomático. Una vez detectado el fuego se opera la válvula que permite el paso del nitrógeno hasta el depósito de polvo, el cual es expelido hasta las boquillas de distribución.

Estos sistemas pueden ser de los tipos de inundación total o de aplicación local, determinándose el caudal de descarga según el tipo de riesgo y de sistema a aplicar.

#### **2.3.15.7. EXTINCIÓN EN COCINAS.**

En el sector de la restauración, las mayores temperaturas de los aceites de cocina y el alto rendimiento junto con la baja capacidad de enfriamiento de los aparatos como las freidoras son factores que han hecho de la supresión de incendios una actividad bastante importante respecto a la supresión de incendios.



La clave de los sistemas para restauración reside en la rapidez con la que detecta y suprime incendios, utilizando agentes extintores avanzados para sofocar las llamas y eliminar vapores con rapidez. El enfriamiento de los aparatos de alto rendimiento tras sofocar las primeras llamas es de vital importancia para evitar la reactivación del fuego y minimizar la interrupción del negocio.

Es un sistema de supresión de incendio automática, limitado a aplicaciones en interiores. Los conjuntos de descarga regulada y depósito deben montarse en una zona en la que la temperatura ambiente no baje de los 0° C ni supere los 54° C. El sistema puede llevar a cabo una detección y una activación automática y/o una activación manual a distancia. Hay disponibles equipos adicionales para aplicaciones de cierre mecánico o eléctrico de las tuberías de gas.

Hay dos versiones;

- La versión para aparatos individuales, con boquillas dirigidas hacia zonas concretas de riesgo de cada aparato.
- La versión solapada, con boquillas dispuestas de forma solapada que proporciona un “área sin fuego” común a un conjunto de aparatos.

### **Componentes para la detección mecánica**

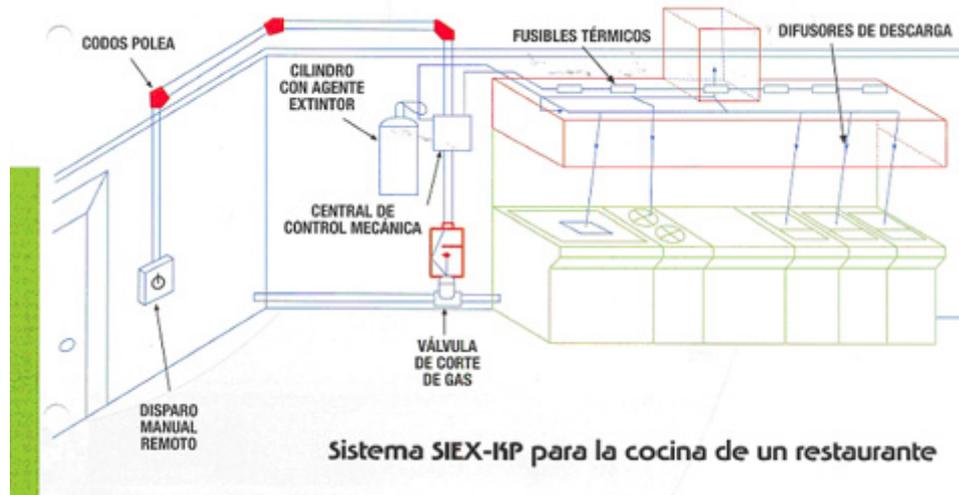
Consta de fusible térmico, central de control mecánica y cable de acero con codos polea. Cuando un fusible es actuado por el aumento de temperatura, se rompe y a través del cable de acero se envía una señal a la central de control mecánica que activa a su vez reumáticamente la botella donde esta contenido el agente extintor. En la figura se representa un esquema tipo de la extinción en cocinas.

### **Agente extintor**

Es una solución gaseosa de acetato potásico con bajo pH, contenida en un cilindro o botella y presurizada con nitrógeno seco a 12 bar. Cuando se activa la solución acuosa se descarga a través de boquillas difusoras situada estratégicamente sobre los posibles riesgos de fuego. Se cubren las superficies calientes o inflamables mediante una especie de gel jabonoso que enfría la grasa, separa el combustible del comburente e impide la reaparición del fuego.

### **Red de difusores de descarga**

Los difusores se colocan distribuidos mediante tuberías prediseñadas en función de su caudal de descarga, cada tipo de riesgo posee una boquilla especial con un determinado caudal, por ejemplo existen difusores específicos para las freidoras, conductos, filtros, planchas, marmitas, etc.



**Figura 12. Extinción en cocina**

### 2.3.16. ABASTECIMIENTO DE AGUA

Al ser el agua el agente extintor más abundante, conocido y difundido, su empleo está generalizado, siendo preciso disponer de él en las condiciones adecuadas.

La protección contra incendios de una determinada área con agua requiere disponer en dicho lugar de un caudal, a la presión requerida, durante un tiempo determinado de autonomía.

Así pues, deberá preverse un abastecimiento de agua que garantice las condiciones antes mencionadas.

Este abastecimiento debe estar reservado para el sistema de extinción de incendio, excepto cuando se trate de una red de uso público.

Puede alimentar a más de una instalación de protección, siempre que sea capaz de asegurar el suministro en el supuesto más desfavorable y durante el tiempo de autonomía requerido.

El abastecimiento de agua requerido constará fundamentalmente de una fuente de agua y de una conducción entre la citada fuente de agua y el punto donde se inicia el sistema de protección previsto (rociadores, monitores, etc.).

Considera CEPREVEN (Centro Nacional de Prevención de Daños y Pérdidas) diversas clases o categorías de abastecimiento, pues a cada tipo de instalación se le exigirá una clase de abastecimiento mínimo aceptable. Me remito al R.T. 2/ABA, publicado por CEPREVEN, para la descripción de tales clases o categorías.

Además para conseguir y garantizar las exigencias en el punto de utilización se requerirá un sistema de impulsión, que puede ser la gravedad, una presión auxiliar o una estación de bombeo.



### 2.3.17. FUENTE DE AGUA

La R.T. 2/ABA, de CEPREVEN, la define así:

<<Suministro natural o artificial, capaz de garantizar el caudal de agua requerido por el sistema de protección durante el tiempo de autonomía necesario>>.

Esta fuente debe ser normalmente de agua dulce, si bien, en algún caso y con ciertos condicionamientos en su utilización, puede utilizarse agua no dulce.

La fuente de agua puede ser:

#### **Red de uso público.**

Las conexiones con la red de uso público deben incorporar una válvula de cierre, dos válvulas de retención para proteger la red contra la posibilidad de contaminación y otra válvula de cierre para facilitar el mantenimiento de las anteriores.

**Fuente inagotable:** río, lago, embalse, pozo, canal, etc., siempre que garanticen el caudal y tiempo de autonomía en cualquier estación.

#### **Depósitos.**

Los depósitos de agua serán del tipo siguiente:

- Depósitos para alimentación de bombas.
- Depósitos elevados.
- Depósitos de presión.

#### **Depósitos para alimentación de bombas**

Existen tres tipos de depósitos;

##### **Tipo A**

Deben tener una capacidad efectiva mínima del 100 por 100 del volumen de agua especificado o calculado para el sistema en cuestión, así como una conexión de reposición automática, capaz de llenar el depósito en un periodo no superior a 36 horas. Si no es posible la reposición automática, la capacidad del depósito se deberá aumentar en un 30 por 100.

Debe ser de material rígido, resistente a la corrosión en su totalidad, de manera que se garantice su uso interrumpido durante un período mínimo de 15 años sin necesidad de vaciarlo o limpiarlo.

Se incorporarán filtros en la conexión de llenado cuando las características del agua lo hagan necesario.

##### **Tipo B**

Igual que los depósitos de tipo A salvo la diferencia que su construcción solo asegura un período mínimo de 3 años sin mantenimiento.

##### **Tipo C**

Son aquellos en los que la capacidad efectiva es inferior al 100 por 100 del volumen de agua especificado o calculado para el sistema en cuestión con reposición automática.

La construcción del depósito debe asegurar su uso ininterrumpido, sin mantenimiento, durante un período mínimo de 3 años



### **Depósitos de presión**

Un depósito de presión es un depósito conteniendo agua presurizada con aire a una presión suficiente para garantizar que todo el agua pueda descargarse correctamente a la presión necesaria.

El espacio ocupado por el aire no será inferior a un tercio del volumen total del depósito de presión.

### **2.3.18. CONDUCCIÓN O RED GENERAL DE INCENDIOS**

No requiere otras particularidades que las de una conducción normal, con unas pérdidas de carga compatibles con las posibilidades del sistema de impulsión.

Normalmente, la conducción deberá estar llena y dispuesta a la circulación del agua en caso de incendio.

El golpe de ariete deberá ser tenido en cuenta en todo proyecto.

CEPREVEN define la Red General de incendios como <<Conjunto de tuberías, válvulas, etc., que permiten la conducción del agua desde las fuentes de agua hasta los puntos de conexión de cada instalación específica>>.

### **2.3.19. SISTEMA DE IMPULSIÓN**

Según la misma Regla Técnica, queda definido como sigue:

<<Conjunto de medios que permite mantener las condiciones de presión y caudal requeridas>>.

Hay casos en que las condiciones requeridas de presión y caudal se consiguen simplemente por gravedad, otras por la acción de la presión interna de un depósito, con o sin la ayuda de gas a presión en botellones, o, simplemente, por la acción de la presión de la red que se utiliza como fuente de agua.

Pero, quizá, lo más frecuente es la implantación de un equipo de bombeo que se situará en el punto más idóneo, entre la fuente de agua y el punto de utilización.

En su más amplia concepción, una estación de bombeo llevará:

- Uno o más grupos electro-bombas principales.
- Uno o más grupos moto-bombas (motor Diesel).
- Un grupo electro-bomba auxiliar (JOCKEY).
- Un depósito presurizado para el mando de la estación de bombeo.
- Cuadro de mando, válvulas, instrumentación, etc.

Las bombas se caracterizan, por:

- Presión nominal
- Caudal nominal.
- Velocidad.
- NPSH.
- Potencia absorbida.
- Accionamiento, disposición, materiales y características constructivas.



Según NFPA, los caudales nominales están normalizados, pero según las Reglas Técnicas de CEPREVEN no lo están.

En función de la presión y caudal nominales, el equipo de bombeo ha de ser capaz de impulsar como mínimo el 140 % del caudal nominal a una presión no inferior al 70 % de la presión nominal y la presión a caudal cero no será superior al 130 % de la presión nominal.

Las bombas deben ser siempre de modelos idénticos o similares, centrífugas y fáciles de mantenimiento o reparación.

Deben disponer de depósitos de cebado, purga de aire, válvulas de aislamiento, que permitan la puesta fuera de servicio de una bomba sin impedir el normal funcionamiento del resto.

Su arranque debe ser automático y su parada, automática para la bomba JOCKEY y manual para las demás.

La función de la bomba JOCKEY, el compresor y el depósito de presión es mantener en la red la presión de descarga y reponer pequeñas pérdidas de forma tal que en cualquier punto se disponga de agua a la presión requerida. Su caudal debe ser tal que sea insuficiente para la utilización de cualquier equipo de extinción conectado a la red de agua, y al no bastar se produzca una caída de presión en la red que provoque el arranque automático de las bombas principales.

Los motores de los grupos de bombeo principales pueden ser eléctricos o diesel.

Cuando la instalación dispone de más de una bomba, sólo una puede ser accionada por motor eléctrico, salvo que existan fuentes de energía eléctrica independientes.

La potencia nominal de los motores está relacionada con la potencia absorbida por la bomba. Así CEPREVEN exige que la potencia nominal del motor sea, como mínimo, igual a la potencia máxima requerida por la bomba en cualquier punto de su curva característica. En todos los casos los motores han de estar protegidos de las condiciones ambientales.

## **2.3.20. EQUIPOS CONTRA INCEDIOS**

### **2.3.20.1. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO**

El equipo contra incendios puede contener una o varias bombas con sus motores y cuadros de control y otra serie de elementos en función del equipo solicitado.

El nivel de presión sonora de estos equipos, varía según los silenciosos de escape de los motores Diesel. Con motores eléctricos únicamente es menor de 100 dB(A) en cualquier punto de funcionamiento (siempre por encima del caudal mínimo requerido para cada modelo) y la potencia sonora es menor de 110 dB(A).

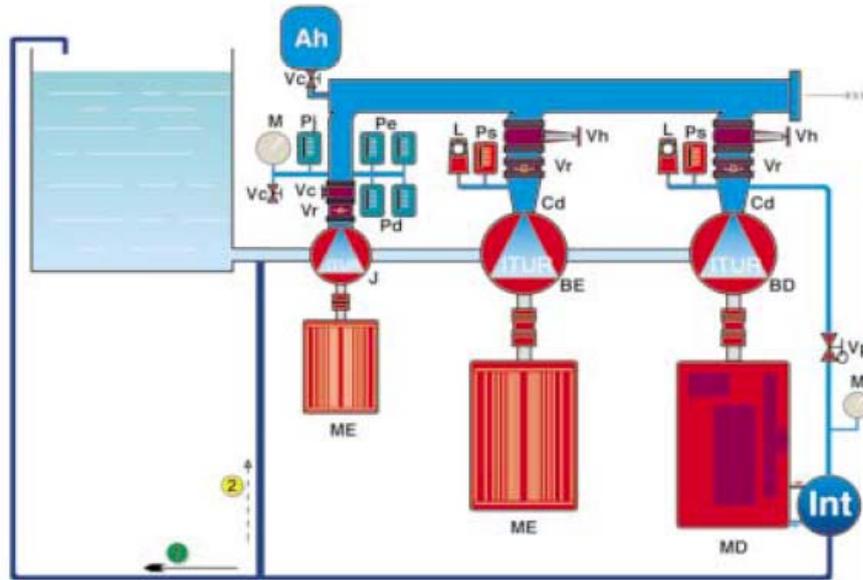


Figura 13. Esquema de equipo de bombeo

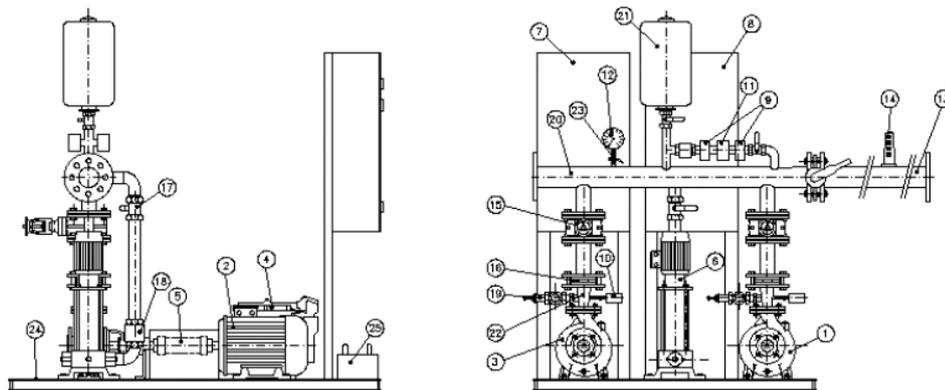


FIG.	COMPONENTES	CERPREVEN RT2-ABA	UNE-EN 12.845 (ROCIADORES)	UNE 23.500-90
<b>BOMBAS, MOTORES Y ACOPLAMIENTOS</b>				
1	BOMBA PRINCIPAL ELÉCTRICA	RODETE EN BRONCE	ESTÁNDAR	ESTÁNDAR
2	MOTOR ELÉCTRICO	IP 55 / B3 / CLASE F	IP 55 / B3 / CLASE F	IP 55 / B3 / CLASE F
3	BOMBA PRINCIPAL DIESEL	RODETE EN BRONCE	ESTÁNDAR	ESTÁNDAR
4	MOTOR DIESEL	POT. CURVA A	POT. CURVA A	POT. CURVA A
5	ACOPAMIENTO	CON DISTANCIADOR	CON DISTANCIADOR	ESTÁNDAR
6	ELECTROBOMBA JOCKEY	MULT. VERTICAL	MULT. VERTICAL	MULT. VERTICAL
<b>MANIOBRA Y CONTROL</b>				
7	CUADRO ELECT. B. PRINCIPAL DIESEL	CERPREVEN RT2-ABA	UNE-EN 12.845	UNE 23.500-90
8	CUADRO ELECT. B. PRINCIPAL ELÉCTRICA Y JOCKEY	CERPREVEN RT2-ABA	UNE-EN 12.845	UNE 23.500-90
9	PRESOSTATOS B. EN DEMANDA	4 DE CONTACTOS CERRADOS	4 DE CONTACTOS CERRADOS	2 ESTÁNDAR
10	PRESOSTATOS B. EN MARCHA	PT6	PT6	PT6
11	PRESOSTATO B. JOCKEY	PT12	PT12	PT12
<b>MEDIDA DE CAUDAL Y PRESIÓN</b>				
12	MANÓMETRO	DE GLICERINA	DE GLICERINA	DE GLICERINA
13	COLECTOR DE PRUEBAS	CON VÁLVULA	CON VÁLVULA	CON VÁLVULA
14	CAUDALÍMETRO	LECTURA DIRECTA	LECTURA DIRECTA	LECTURA DIRECTA
<b>VALVULERÍA</b>				
15	VÁLVULA CORTE B. PRINCIPAL	HUSILLO / MAR. REDUCTOR	MARIPOSA	MARIPOSA / ESFERA
16	VÁLVULA RETENCIÓN B. PRINCIPAL	RUBBER CHECK	RUBBER CHECK	RUBBER CHECK /EUROPA
17	VÁLVULA CORTE B. JOCKEY	ESFERA	ESFERA	ESFERA
18	VÁLVULA RETENCIÓN B. JOCKEY	EUROPA	EUROPA	EUROPA
19	VÁLVULAS DE SEGURIDAD	ESCAPE CONDUCIDO	ESCAPE CONDUCIDO	ESCAPE CONDUCIDO
<b>OTROS COMPONENTES</b>				
20	COLECTOR DE IMPULSIÓN	DE ACERO	DE ACERO	DE ACERO
21	ACUMULADOR HIDRONEUMÁTICO	DE MEMBRANA	DE MEMBRANA	DE MEMBRANA
22	CONO DIFUSORES	CONCÉNTRICOS	CONCÉNTRICOS	CONCÉNTRICOS
23	GRIFO DE PURGA	DE LATÓN	OPCIONAL	OPCIONAL
24	BANCADA COMUN	PERFILES LAMINADOS	PERFILES LAMINADOS	PERFILES LAMINADOS
25	JUEGOS DE BATERÍAS	12/24V	12/24V	12/24V

Figura 14. Descripción de equipo de bombeo



- Bombas

- Fig. 6 **Bomba Jockey** [J]

Forma parte del circuito “auxiliar”. Mantiene presurizada la red de incendios reponiendo las pequeñas fugas que se puedan producir, pero no proporciona agua suficiente para acometer un incendio, ya que son de pequeño caudal.

Son bombas multicelulares verticales. Arrancan y paran automáticamente por orden de un presostato. La secuencia completa de arranque queda garantizada al realizarse en directo.

Con el fin de controlar el nivel de fugas de la red de incendios, el cuadro de control dispone de un contador de arranques de esta bomba.

- Fig. 1 y Fig.3 **Bomba(s) Principal(es)** [BE, BD]

Bomba o bombas destinadas a cubrir el caudal nominal del equipo contra incendios. Son normalmente accionadas por motor eléctrico o por motor Diesel.

- Motores

- Fig. 2 **Eléctricos** [ME]

Será asíncrono con rotor en jaula de ardilla o rotor bobinado.

La potencia nominal vendrá determinada para un aislamiento Clase F.

Deberá encontrarse adecuadamente protegido (mínimo IP54) y de acuerdo con las condiciones del local donde se instale.

- Fig. 4 **Diesel** [MD]

De tipo industrial para servicio estacionario de cuatro tiempos, de inyección, refrigerados por aire, radiador, o intercambiador, y con los siguientes accesorios:

- Filtros de aire, combustible y aceite
- Silencioso y flexible de escape
- Protección de correas
- Equipo de arranque eléctrico
- Alternador (si procede)
- Electroimán de parada
- Mano contacto y transmisor de presión de aceite
- Termocontacto y transmisor de temperatura de agua (Si procede)
- Captador magnético de sobre velocidad
- Cuadro con tacómetro (cuenta rpm), cuenta horas, manómetro de presión de aceite, termómetro de temperatura de agua (Si procede)
- Intercambiador de calor y expansor (Si procede)

- **Depósito de combustible**

Con capacidad para garantizar un mínimo de 4 veces el tiempo de autonomía requerido por el sistema más exigente.

- Fig. 25 **Doble juego de baterías de arranque**

Para funcionamiento alternativo durante las secuencias de arranque. El cuadro de control incluye cargador, instrumentación y alarmas para conocer su estado

La tensión nominal de las baterías será de 12 o 24 V en función de las características del equipo eléctrico del motor diesel.

- **Dos pulsadores de potencia para emergencia**

Uno para cada juego de baterías, conectan directamente la batería al motor de arranque



- Fig. 21 **Acumulador hidroneumático** [Ah]

Conectado al colector de impulsión mediante una válvula de compuerta se encuentra el acumulador hidroneumático cuya función es la de mantener la presión en el circuito.

- Fig. 20 **Colector de impulsión**

Tubería de unión de la impulsión de todas las bombas. Está diseñado de forma que el fluido no supere la velocidad de 3 m/s, para el caudal nominal. Las derivaciones a las bombas son curvadas, para reducir las pérdidas de carga y evitar turbulencias.

- Válvulas

- Fig. 15 y 17 **Válvulas de corte** [Vc].

Todas las bombas llevan en su impulsión una válvula de compuerta o mariposa aguas debajo de la válvula de retención, evita riesgos de golpe de ariete, siendo para las bombas principales del tipo que se conozca en todo momento el estado de apertura/cierre de las mismas.

- Fig. 16 y 18 **Válvulas de retención** [Vr].

Todas las bombas llevan en su impulsión una válvula de retención aguas abajo del cono difusor, siendo para las bombas principales de tipo plano de clapeta.

- **Válvulas limitadoras.**

De escape conducido, taradas a una presión algo inferior a la máxima de la bomba, para evitar averías por funcionamiento a caudal cero

Además hay válvulas para aislamiento del acumulador, para regulación del circuito de refrigeración (válvula reductora), y para prueba de simulación de funcionamiento de los presostatos de arranque de bombas.

- Fig. 22 **Conos difusores** [Cd].

A la salida de cada bomba principal se instala un cono difusor concéntrico (ángulo de divergencia menor de 15°) con una derivación para la conexión de las válvulas limitadoras y presostatos.

Diseñados para reducir la velocidad del agua sin cambios bruscos de sección

- Fig. 9, 10, 11 y 12 **Presostatos y manómetros** [Pj, Pe, Pd, Ps]

Cada equipo se suministra con los siguientes presostatos y manómetros:

- Colocados después de la válvula de compuerta de la bomba Jockey:
  - Un presostato de arranque y parada de la bomba Jockey
  - Dos presostatos de arranque por cada bomba principal
  - Un manómetro para indicar la presión en el colector de impulsión
  
- Colocados en las derivaciones de los conos difusores de las bombas principales:
  - Un presostato para señal de presión al cuadro de control
  
- Colocado en el circuito de refrigeración del motor Diesel (si procede):
  - Un manómetro para conocer la presión del fluido que va al intercambiador de calor para refrigerar el agua del motor Diesel



#### - Cuadros de control

Todos los armarios son de chapa metálica, con bisagras y pestañas de cierre.

Incorporan una copia del esquema eléctrico con las numeraciones en el interior del mismo. El cableado de conexión de los diferentes elementos se encuentra también numerado de acuerdo a los esquemas.

Todos los cuadros se suministran sobre un soporte de acero, que en caso de ser un equipo formado por sólo bombas con accionamiento eléctrico se encontrará anexionado a la bancada general y completamente conexionado. En caso de suministrar los cuadros de control no solidarios a la bancada general, se enviarán conectados con un mínimo de 3 metros de cable.

En caso de haber solicitado los cuadros para colgar en pared, éstos se envían con unas orejetas laterales situadas en la parte trasera de los cuadros.

Las alarmas, tanto ópticas como acústicas, no detienen el equipo. La única forma de pararlo es actuando manualmente sobre el pulsador de paro si ya no hay demanda.

#### - Fig. 8 Cuadro motor eléctrico.

El cuadro de maniobra eléctrico dependerá del tipo de contra incendios que se trate. Cuando no se tenga ninguna bomba principal eléctrica el cuadro de motores eléctricos se reduce al de la bomba Jockey.

#### - Fig. 7 Cuadro motor diesel.

El cuadro Diesel es único e independiente, suministrándose un cuadro por cada motor Diesel.

El cuadro incorpora cargadores (uno para cada juego de baterías) capaces de mantener el estado de plena carga de la misma suministrando una intensidad constante hasta alcanzar la tensión nominal de servicio y aportando luego una corriente de mantenimiento más baja.

#### - Fig. 24 Bancada o base común.

Los equipos con bombas de superficie, generalmente se suministran con una bancada común que contiene a todas las bombas. Cuando las bombas son de un tamaño considerable, o con bombas verticales sumergidas, las bancadas son independientes para cada una de ellas.

En todos los casos, estas bancadas llevan cáncamos de elevación para facilitar su manipulación y las perforaciones necesarias para la fundación de esta por medio de pernos de anclaje.

- Accesorios.

- Conjunto de pruebas.

Se puede suministrar como accesorio para colocar a continuación del colector de impulsión y para pruebas del equipo, una desviación consistente en:

- Fig. 13 Derivación del diámetro del colector de impulsión.

- Válvula de corte.

- Fig. 14 Caudalímetro.

- Intercambiador de calor [Int]. (Si procede)

Junto con el motor Diesel se incorpora un intercambiador de calor para refrigeración del motor mediante el agua bombeada (agua bruta).



### **2.3.21. GRUPOS MOTO-BOMBAS DIESEL**

En las instalaciones de Protección Contra Incendios es aconsejable disponer, según queda dicho, de un Grupo Moto-Bomba autónomo, accionado por motor Diesel.

Cuando se produce un incendio, el servicio eléctrico queda generalmente interceptado por la acción del fuego, lo que puede impedir mantener el caudal y la presión adecuados en la red hidráulica del servicio de extinción. La disponibilidad de un Grupo Moto-Bomba Diesel, obvia esta dificultad.

Dichos Grupos deben equiparse con dispositivos de arranques, regulador automático de velocidad, inyección mecánica, refrigeración, tacómetro, termómetros para agua y aceite, cargadores de baterías, sistema de alarma acústicos y ópticos, cuadros especiales de mando y maniobra con todos sus dispositivos de aparellaje, etc.

## **2.4. PROTECCIÓN PASIVA**

### **2.4.1. EL PROBLEMA**

Los trágicos incendios, con sus importantes y sensibles pérdidas humanas y materiales, han puesto en evidencia que no son suficientes los medios utilizados para la protección y lucha contra el fuego, pues es necesario, además, adoptar medidas especiales que impidan o dificulten la propagación del fuego una vez producido, cercándolo o aislándolo en el recinto o local donde se ha generado.

¿Por qué se propaga tan rápido el fuego si existen medidas de compartimentación?

Las instalaciones de los edificios contienen un gran número de cables eléctricos y tubos que atraviesan todos los elementos del edificio. Cuando se inicia un incendio, este puede avanzar 20 m por segundo por estos conductos. Esto significa que el fuego puede afectar a 7 pisos en un sólo minuto. No sólo los conductos principales pueden ayudar a la transmisión de un incendio, también las instalaciones eléctricas y tuberías instaladas con posterioridad a la construcción del edificio facilitan la propagación.

Los edificios contienen gran número de estos puntos débiles desde el punto de vista de la prevención contra el fuego.

Dado que, en el caso de que se inicie un incendio, este debe ser confinado en una compartimentación contra el fuego mediante protección pasiva contra el fuego, todos los elementos de ese compartimento deben ser estancos dado que un “agujero” supondría la pérdida de la protección.

Para conseguirlo, cada apertura o paso de instalaciones en los muros o forjados de compartimentación deben estar selladas contra el paso de humos y gases. Algunos de los materiales que se usan con este propósito, denominados intumescentes, expanden con el calor y cierran cualquier hueco que se genere al derretirse los componentes. Un sistema de protección pasiva contra el fuego bien instalado puede evitar que el fuego se extienda desde una sala a otra contigua durante un tiempo determinado. De esta forma las salidas de emergencia se mantienen a salvo y se facilita el trabajo de los bomberos. Ha de tenerse en cuenta que, además de las importantes y dramáticas pérdidas de vidas



humanas, las consecuencias materiales de un incendio alcanzan también a los daños y perjuicios causados por el agua, humo y vapores tóxicos en los locales contiguos, motivando perturbaciones de funcionamiento en equipos técnicos sofisticados, tales como ordenadores, mandos electrónicos de climatización, etc.

Los problemas de protección contra incendios, sobre todo en grandes edificios tales como hospitales, establecimientos escolares y comerciales, bancos, centros de cálculo, museos, centros industriales, etc., deben tener en cuenta entre otros, los aspectos siguientes:

- El transporte y distribución de energía eléctrica y fluidos por cables y tuberías, concentrados en bandejas y fosos que hacen el papel perfecto de chimenea en caso de incendio, activando y propagando el fuego.
- Los materiales sintéticos empleados en la arquitectura y decoración interior de los inmuebles, que son sumamente inflamables y favorecen en caso de incendio, la extensión del fuego.

La importancia de la ignifugación de estructuras y forjados que impidan que éstos alcancen las temperaturas críticas de torsión o rotura.

#### **2.4.2. CONDICIONES EXIGIBLES**

La práctica y la experiencia exigen que los sistemas de protección pasiva reúnan unas condiciones que incluyan seguridad durante y después de su aplicación, buena protección contra el fuego, resistencia al envejecimiento, compatibilidades, etc.

#### **2.4.3. SECTORIZACIÓN ANTE INCENDIOS**

En muchos edificios según su uso y tamaño, la normativa exige que se dividan en distintas zonas de incendio separadas entre sí por elementos resistentes al fuego. El fin es el de independizarlas para que en caso de que se produzca un fuego y se pierda el control del mismo, éste quede limitado a la zona en que se ha producido sin contaminar con humos o gases y que el calor no traspase a las otras zonas.

Los elementos de compartimentación (forjados, paredes, puertas cortafuegos), deben tener unas propiedades aislantes y herméticas que los hagan apropiados a ese fin.

Las paredes habitualmente se construyen con sistemas de yeso laminado específicos combinados con aislantes térmicos resistentes al fuego, en los tipos espesores y montajes adecuados. Estos sistemas siempre están ensayados en laboratorios homologados.

Las puertas deben tener una resistencia de al menos la mitad que el cerramiento en que están instaladas. Los huecos para el paso de instalaciones deben ser sellados con sistemas adecuados. Estas franjas se instalan en las medianeras de separación entre edificios con cubiertas a la misma altura que no sean resistentes al fuego. Deben montarse en la parte más alta de esas medianerías, justo bajo la cubierta.

Las medianerías entre edificios o entre plantas deben tener una franja de al menos 1 metro. Debe obtenerse una barrera E 60, E 120 (PF 60, PF 120) que en caso de incendio separe las llamas del edificio vecino o de las plantas inmediatas para así acotar su extensión.

#### 2.4.4. SELLADOS DE PASO DE INSTALACIONES

Para que una compartimentación al fuego sea eficaz, debe ser hermética. Los pequeños pasos en las paredes o forjados para el paso de instalaciones o galerías de instalaciones, deben ser selladas con sistemas que aseguren la estanqueidad entre las zonas que se han querido independizar. Por ejemplo, deberán contemplarse:

- Encuentros entre forjado y muro cortina
- Juntas de dilatación
- Pasos de instalaciones eléctricas o tuberías inflamables
- Patios y galerías
- Pasos de instalaciones de ventilación, sanitarias o de climatización

Se han diseñado sistemas de sellado resistentes al fuego para cualquier caso que pueda presentarse. Lógicamente, con características definidas y testadas en laboratorios homologados. Además de los aislantes térmicos ignífugos son muy empleados los materiales intumescentes, que cuando aumenta la temperatura a niveles altos, espuman y aumentan su volumen, ocluyendo el paso. Los sistemas más habituales de sellado son:

- Collarines en los pasos de tubos no resistentes al calor (bajantes o conducciones de PVC).
- Paneles aislantes de lana de roca o fibrosilicatos, revestidos o no con masillas intumescentes en los pasos de muros o forjados.
- Revestir con esas masillas los conductores eléctricos de los tubos y bandejas de cables para “asfixiar” y evitar el avance del fuego cuando el revestimiento de esos cables pudiera estar ardiendo.
- Morteros ignífugos para el relleno de pasos en forjados.
- Otros materiales de relleno según el tipo de hueco y las exigencias de mantenimiento.
- Sellado RF entre muro cortina y forjado

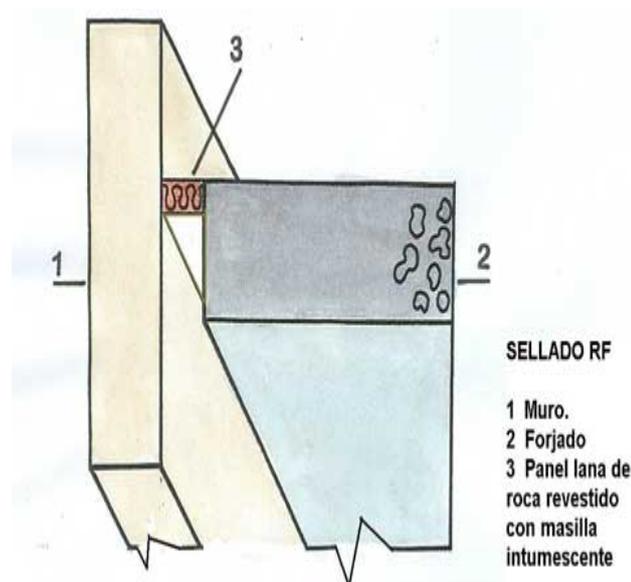
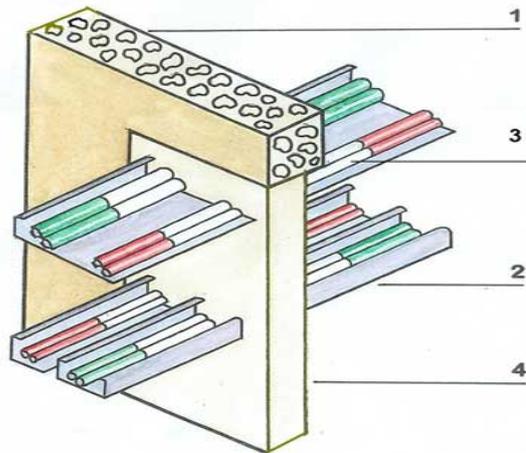
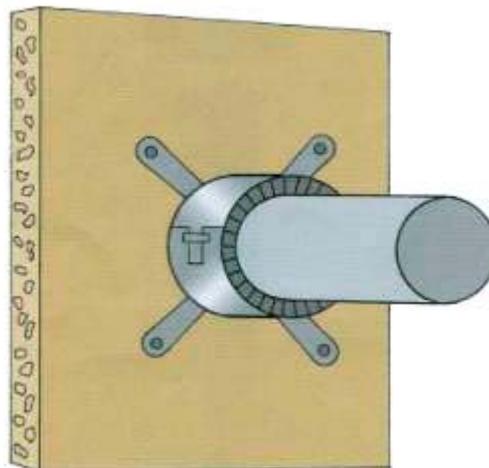


Figura 15. Sellado RF de un paso de bandeja de cables



- 1 Muro.
- 2 Bandejas de cables.
- 3 Cables impregnados con masilla intumescente.
- 4 Panel de lana de roca revestida con masilla intumescente.

**Figura 16. Sellado RF 120 de un paso de instalaciones.**



**Figura 17. Collarín relleno de masilla intumescente**

#### 2.4.5. PROYECCIÓN DE MORTERO

Su realización es la más habitual y a su vez la más económica, el producto es un mortero seco (material no tóxico) compuesto de ligantes hidráulicos, áridos y aditivos especiales que proporciona a las estructuras de acero y hormigón un E.F. de entre 15 y 240 minutos, la finalidad es mantener la estructura firme hasta la llegada de la acción activa contra el fuego (bomberos, extintor...). Como se muestra en la figura a continuación.



**Figura 18. Proyección mortero**

Los espesores están sujetos bajo tabla de masividades, realizado con ensayos del laboratorio del fuego.

Hay dos tipos habituales de morteros;

- Morteros de perlita.
- Morteros de lana de roca.

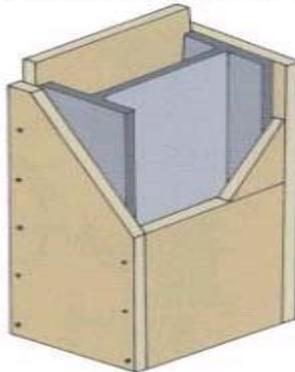
#### **2.4.6. REVESTIMIENTO CON PANELES CONTRA INCENDIOS**

La ignifugación con paneles contra incendios es uno de los procesos más laboriosos, existen 2 formas de hacerlo, la primera y la más sencilla es formar un cajón con paneles contra incendios, previamente cortados a la medida de los perfiles que se han de ignifugar.

Anteriormente se habrá cubierto el perfil con cola que sirve de sujeción de las placas a la estructura ésta se ha de hacer con clavos y finalmente se les añadirá cinta de aluminio a los bordes para dejar un acabado final. Como muestra la figura;



Aislamiento al fuego de perfiles con paneles de yesos laminados especiales o fibrosilicatos



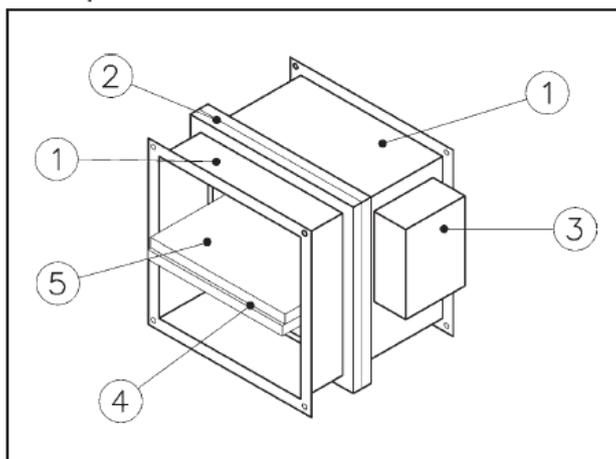
**Figura 19. Revestimiento con paneles**

El segundo método que existe es más laborioso, la manera de hacerlo es la misma pero en lugar de hacer un cajón se le ha de dar forma a los paneles igual que la forma del perfil a ignifugar.

Todo este proceso tiene su certificación y se rige por la normas del laboratorio del fuego.

## 2.4.7. COMPUERTAS CORTAFUEGO

### 2.4.7.1. DESCRIPCIÓN



- 1) Envoltente metálica en acero galvanizado (dos cuerpos).
- 2) Marco eliminador de puente térmico.
- 3) Caja de mecanismos y fusible.
- 4) Doble junta intumescente en clapeta.
- 5) Clapeta de cierre con perímetro escalonado.

**Figura 20. Descripción de compuerta cortafuego**



#### **2.4.7.2. UTILIZACIÓN**

Sirven como elementos compartimentadores en conductos que pasan por distintos sectores de incendio, tal como exige la Norma Básica de la Edificación, utilizándose preferentemente en las instalaciones de climatización y ventilación, según se exige en el capítulo 4º, apartados 18.1 y 18.2.

El cierre de las compuertas se realiza automáticamente mediante fusible o por distintos tipos de accionamiento eléctricos o neumáticos, pudiéndose montar tanto en paredes como en techos, independientemente de la circulación del aire o de la posición de montaje.

##### **Fusible**

De tipo térmico que actúa sobre el mando cuando la temperatura en el interior de la compuerta supera los 70° C. Una vez que actúa el fusible, es necesaria su sustitución para poder rearmar la compuerta, pudiendo realizarse esta labor desde el exterior, sin necesidad de desmontar conductos.

##### **Estanqueidad**

Se realiza mediante una junta de material cerámico instalada en todo el perímetro de cierre de la compuerta. Esta junta impide el paso de las llamas y de los humos producidos en un incendio. La compuerta cortafuego es también estanca a los humos a temperaturas inferiores a 70° C, para lo cual es necesario colocar un detector de humos dentro de los conductos, que manden su cierre mediante un dispositivo de accionamiento eléctrico o neumático.

#### **2.4.7.3. ACCIONAMIENTO A DISTANCIA**

Además del mecanismo de actuación manual, las compuertas cortafuego se pueden obtener accionadas por otros mecanismos de tipo eléctrico o neumático. En estos casos, la compuerta puede actuar por un doble sistema: mediante el fusible térmico, o mediante el accionamiento elegido, mandado desde una centralita de alarmas o desde cualquier otro dispositivo a distancia.

Estos accionamientos pueden ser:

- Electroimán
- Solenoide
- Motorizado

##### **AE Electroimán**

La compuerta permanece abierta mientras la bobina eléctrica está bajo tensión. Al cortar ésta, el mecanismo actúa sobre la palanca de mando manual cerrando la compuerta. El cierre también se puede realizar por medio del fusible térmico.

Nota: La compuerta no puede permanecer abierta si el electroimán no está energizado con anterioridad. Con tensión, se debe armar previamente el mecanismo del electroimán para poder abrir la compuerta.

##### **AS Solenoide**

La compuerta permanece abierta sin tensión. Al alimentar la bobina, el mecanismo actúa sobre la palanca de mando manual cerrando la compuerta. El cierre también se puede realizar por medio del fusible térmico.



Para mantener la compuerta abierta, no es necesario la alimentación eléctrica, pero sí se deberá armar previamente el mecanismo del solenoide.

### Consumos Eléctricos

MODELO	TENSION	
	24V-CC	220V-CA
AE	5.4W	6VA
AS	5.4W	6VA

### AM Motor Eléctrico

Va acoplado directamente al eje de la compuerta. Con tensión eléctrica, la compuerta se abre o permanece abierta y sin tensión, se cierra por medio de un muelle situado en su interior.

Al reponerse la alimentación eléctrica, la compuerta se abre de nuevo.

### Fusible Termoeléctrico

El motor lleva acoplado un doble fusible termoeléctrico:

- Uno de los fusibles controla la temperatura en el interior de la compuerta, desconectando el motor cuando la temperatura es superior a 72° C. Este fusible es reemplazable en caso de actuar.
- El segundo fusible controla la temperatura exterior de la compuerta, realizando la desconexión eléctrica del motor cuando la temperatura sobrepasa los 72° C. Este fusible no es reemplazable.

En la cabeza del fusible existe un pulsador de comprobación, que controla la alimentación eléctrica al motor, reponiéndose al soltarlo.

### Apertura Sin Tensión

El motor puede ser accionado sin tensión manualmente, mediante una manivela que se suministra junto con el equipo. Una vez abierta la lama de cierre, se puede bloquear en esta posición o en posiciones intermedias, girando la manivela media vuelta en sentido contrario al de apertura.

El motor se desbloquea automáticamente al reponer la alimentación eléctrica, pudiendo realizarse también esta maniobra manualmente mediante la manivela.

### Tensión de Suministro

El motor eléctrico puede ser suministrado a 24V corriente alterna o continua y a 220V corriente alterna.

Para la conexión de los motores de 24V corriente continua, se deberá tener cuidado con la polaridad al realizar la conexión, ya que en caso de no realizarse adecuadamente, el motor no actuará.

### Señalización

El motor lleva incorporados dos micro-interruptores con dos contactos cada uno, abierto y cerrado, que actúan a 5° y 80° en el recorrido de apertura de la compuerta. Estos contactos pueden ser utilizados para la señalización del estado de las compuertas o para controlar el funcionamiento de los ventiladores a través de un relé.



### Datos Eléctricos

TENSION	CONSUMOS	
	APERTURA	MANTEN.
24V CA	7W	2W
24V CC		
230V CA	8W	3W

### Homologación

Estable al fuego 3horas 20 minutos. Clasificación 3 horas estables al fuego (3 h EF)

Para Llama 3horas 19 minutos. Clasificación 3 horas para llama (3h PLL)

Cortafuego 2 horas 20 minutos. Clasificación 120 minutos cortafuego (2h CF)

#### 2.4.7.4. INSTALACIÓN MÍNIMA DE COMPUERTAS CORTAFUEGOS

Como regla general, siempre que un conducto o hueco atraviere o comunique las siguientes zonas entre sí o con la zona general de uso:

- Forjados de distintos sectores de incendio.
- Salas de máquinas.
- Caminos de evacuación.
- Vestíbulos de independencia.
- Escaleras contra incendio.
- Patinillos de instalaciones.
- Garajes.
- Almacenes.
- Archivos.
- Demás compartimentaciones que definan un sector contra incendio.

#### 2.4.8. PUERTAS RF CON RETENEDORES



Figura 21. Descripción de puertas RF con retenedores



- 1-Hojas de chapa electrocincado 8/10mm prepintados con base de fondo con pinturas epoxy termo endurecido.
- 2-Marco 20/10 “limitador térmico” con dispositivos de anclaje.
- 3-Bisagras con resorte autocierre.
- 4-Cerraduras de un punto de cierre.
- 5-Sistemas de acople de hojas anti-curvamiento y anti-bifurcación.
- 6-Perfil en L para el acople de hojas “a filo”.
- 7-Selector de cierre de hojas (garantiza el correcto cierre de las hojas).
- 8-Cerradura para el cierre automático de la segunda hoja.

Uno de los objetivos más importantes en caso de incendio es evitar, o retardar, la propagación del fuego a través de recintos contiguos.

Las puertas de comunicación entre diferentes habitáculos son puntos críticos que han sido cuidadosamente analizados.

Los factores que limitan la resistencia al fuego de la puerta son:

- Estabilidad mecánica, bajo la carga real a que está sometida.
- Estanqueidad a las llamas, o tiempo que tarda en perder su estanqueidad formándose grietas y dejando pasar las llamas.
- Emisión de gases inflamables, por la cara no expuesta.
- Aislamiento térmico (paso del calor a través del elemento).

### **Puertas correderas cortafuegos**

#### **Funcionamiento**

Las correderas de uso continuo son puertas que se pueden abrir y cerrar continuamente, por eso se ha diseñado un sistema que facilita la apertura y el cierre manual de la puerta. La corredera se desliza siempre a través de un cable que es retenido por un fusible o un electroimán, cuando el fusible funde a 70°C o se funde el electroimán, el contrapeso acabara empujando la puerta hasta cerrarla por completo.

Estas puertas correderas pueden estar siempre abiertas y sea cual sea su posición, si están abiertas del todo o medio abiertas, siempre garantizaran su cierre en caso de alarma.

Si la conexión de la puerta es a través de electroimán permite que la puerta este conectada a una central de incendios o de alarmas.

#### **Electroimanes**

Los electroimanes se utilizan como retención electromagnética en puertas resistentes al fuego de acuerdo a la norma EN 1155. El electroimán debe estar conectado a un sistema de protección anti-incendios o a un detector de humo que en caso de fuego/humo interrumpa el suministro eléctrico al imán y la puerta se libera cerrándose hidráulicamente por el cierrapuertas.

Voltios operativos: 24V DC

Consumo de energía: 2.1W

#### 2.4.9. BARRERAS DE HUMOS

Es esencial en el diseño de un sistema de evacuación de humos, crear una delimitación de los humos y gases producidos en un incendio, de tal forma que no se propaguen invadiendo otros sectores no afectados. Para ello es necesario la instalación de un sistema de sectorización y/o canalización de humos que este certificado, homologado y que garantice una sectorización segura.

##### 2.4.9.1. BARRERAS DE HUMOS FIJAS



**Figura 22. Barrera de humo fija**

Las barreras de humos fijas están especialmente indicadas para ser implantadas en naves industriales y en aquellos edificios que no se precisa la subida y bajada de éstas o en aquellos usos industriales que no importa tanto la estética.

- Las barreras de humos fijas, están fabricadas en fibra textil impermeable al humo y resistente a altas temperaturas, 1000° C durante 1 hora.
- Las barreras fijas debido a su escaso peso, no requieren ninguna estructura soporte para su instalación.
- Éstas disponen de contrapeso para una perfecta instalación y acabado en cualquier edificio.

##### 2.4.9.2. BARRERAS DE HUMOS MÓVILES

Las barreras de humos móviles están especialmente indicadas para ser implantadas en centros comerciales, edificios de oficinas, teatros, hoteles y aquellos edificios que se requiera un alto grado de estética de tal forma que siempre estén ocultas, empotradas en falsos techos, para que en caso de incendio baje en las zona/s indicada en proyecto.

#### **Funcionamiento**

Están provistas de un accionamiento por gravedad libre de fallos. Los finales de carrera han sido reemplazados por sistemas limitadores de corriente, para determinar la posición superior de la barrera.



Poseen además de un sistema electromagnético gobernado por el motor, que garantiza una bajada uniforme de la barrera, a pesar de que se produzca una interrupción del suministro de energía. Las dimensiones de las barreras depende de cada instalación, ya que éstas se solapan sucesivamente hasta conseguir la dimensión deseada

#### Especificaciones Técnicas

- La tela está fabricada en fibra de vidrio tejido con hilos de aluminio y fibra de cristal.
- Peso medio 455gr/m<sup>2</sup>. para 1000° C durante 60 m.

#### Motor SD3

- Motor tubular a 24V.
- La subida tiene control límite con limitador electrónico de corriente.
- La caída es controlada por el efecto de la gravedad.
- El motor dispone de un circuito de control del motor, instalado en el extremo del mismo.

#### Cuadro de control SD3

- Alimentación a 230V AC 50Hz.
- Con señal de alarma de fuego.
- Incluye baterías de emergencia recargables que en caso de fallo de suministro eléctrico, operaría 20 maniobras normales de subida/bajada. En el caso de pérdida total de suministro eléctrico las barreras bajarían por el efecto de la gravedad, para que en caso de incendio las barreras bajaran.

### 2.4.10. EXUTORIOS

En espacios cerrados, los humos y gases calientes producidos por un incendio ascienden perpendicularmente desde el foco del incendio hasta la cubierta y se dispersan desde allí.

El exutorio es un aireador instalable en cubierta o fachada que, basada en el efecto de depresión térmica, evacua grandes volúmenes de aire caliente, humos y gases producidos por la combustión; permitiendo operar de forma automática o manual.

Por su forma nos encontramos con:

- Exutorio de compuerta simple.
- Exutorio de compuerta doble.
- Exutorio de lamas opacas.
- Exutorio de lamas translucidas.

En caso de incendio, los exutorios facilitarán o harán posible:

- Alcanzar con seguridad las salidas de emergencia.
- Una actuación rápida y eficaz del cuerpo de bomberos.
- Protección de la construcción, instalación y contenido de la nave.
- Disminución de los residuos ocasionados por los humos y gases de combustión.

### Mecanismo de apertura en caso de incendio.

- Accionamiento mecánico.
- Accionamiento neumático, (mediante pistón neumático).

### Mecanismo de apertura a voluntad

- Accionamiento manual.
- Accionamiento eléctrico.
- Accionamiento neumático



Figura 23. Esquema de principio de exutorios

### Funcionamiento

Cuando el fusible se funde a los 72°C, una válvula de apertura abre la cápsula de gas comprimido y activa un cilindro neumático que provoca la apertura.

### 2.5. GRUPO ELECTRÓGENO

Un grupo electrógeno requiere unas condiciones determinadas para su correcto funcionamiento y conservación.

En primer lugar es necesario colocar el grupo en un lugar que no perjudique el funcionamiento de todos los elementos, que permita un acceso adecuado a todos sus componentes, que respete ciertas reglas de seguridad, limite el ruido y proporcione protección contra la intemperie.

Será necesario colocar el grupo sobre una superficie y sustentarlo de alguna forma.

Los gases de escape producidos en el funcionamiento del grupo deben ser canalizados apropiadamente, de forma que no haya recirculación a la admisión, y no haya problemas de seguridad a causa de las superficies calientes.



El grupo necesita aire para la combustión, para refrigerar el radiador y para eliminar el caudal radiado al ambiente por el motor y el generador.

Hay que prever un sistema para llevar el combustible y el aceite lubricante al grupo.

Es posible también implementar un sistema de control automático para sistemas de emergencia, por medio de un cuadro de control.

Por último, el grupo necesitará que los fluidos que permiten su funcionamiento cumplan una especificación.

Todo lo anterior se resume en los siguientes apartados:

- Elementos.
- Montaje.
- Ventilación.
- Instalación de escape.
- Instalación de combustible.

Sólo si la interacción de los distintos sistemas es correcta se alcanzará el funcionamiento óptimo del grupo electrógeno.

Para ello se exponen los elementos que normalmente componen una instalación y se facilitan de manera organizada todos los datos técnicos necesarios para el diseño.

Asimismo se proporcionan unas pautas que deben seguirse para alcanzar un buen fin.

La estructura de este capítulo permite diseñar una instalación paso a paso desde el principio, o bien consultar información sobre una parte concreta de la instalación.

Este capítulo incluye solamente las situaciones más generales, que serán suficientes en la gran mayoría de las situaciones concretas.

Existen tres aplicaciones:

- Prime o servicio principal

El grupo funciona en torno al 70% del factor de carga durante aproximadamente 8 horas diarias. Típicamente 4000 horas al año. No hay límite de horas.

- Emergencia

El grupo funciona sólo en caso de fallo de red, al 100% de carga durante periodos inferiores a una hora. Límite 500 horas al año.

- Continuo

El grupo funciona 24 horas al día al 100% de carga. Aproximadamente 8000 horas al año.

### **2.5.1. ELEMENTOS**

A continuación se indican la mayoría de los elementos posibles:

- Grupos electrógenos.
- Baterías.

Generalmente van colocadas sobre la propia bancada del grupo, por lo que generalmente no ocupan espacio. En ciertos casos, van colocadas al lado del grupo, por lo que habrá que prever un espacio para colocarlas y dejar acceso libre para mantenimiento



- Bancada de hormigón.

Sirve para minimizar las vibraciones transmitidas al entorno por el grupo.

- Tacos antivibratorios.

Se emplean cuando se desea un nivel mínimo de ruido y vibraciones transmitidas al entorno.

Suelen emplearse en el caso de grupos situados en plantas de edificios no industriales. Debe tenerse en cuenta la altura de los tacos para la altura de la sala. La altura típica es en torno a 150 mm.

- Depósito de combustible.

Se utiliza para suministro directo al motor, en los casos en los que el depósito principal está alejado de la sala del grupo o para relleno de la bancada tanque del grupo, si éste la lleva.

Para elegir la capacidad del depósito debe tenerse en cuenta varios factores: el número de horas de funcionamiento continuo del grupo a plena potencia, el consumo del grupo y los condicionamientos de instalación impuestos por la normativa de instalaciones petrolíferas.

- Equipo de transferencia de combustible

Se emplea para trasegar combustible desde el depósito principal al depósito nodriza situado en la sala del grupo. Puede ser automático o manual.

- Depósito de aceite

Se emplea para cambios de aceite o para relleno del aceite consumido.

- Equipo de llenado/vaciado de aceite

Consiste en una bomba y unos elementos de control, que permite vaciar el aceite sucio del cárter, rellenarlo con aceite limpio, y mantener el nivel del depósito de relleno de aceite en caso de que haya un relleno automático de aceite.

- Cuadro de control

Gestiona el arranque y paro del grupo electrógeno, vigila el estado de las alarmas, y gestiona el estado de los interruptores/ contactores de transferencia.

- Cuadro de protección

Incorpora el interruptor de potencia, cuando éste no está incluido en el propio grupo. Puede realizar asimismo otras funciones de protección además de sobreintensidad o baja tensión.

- Cuadro de conmutación

Contiene los interruptores/contactores que realizan la transferencia de la carga entre el grupo y la red. En el caso de los grupos pequeños, las protecciones eléctricas están incorporadas en este cuadro.

- Silenciadores de entrada/salida de aire

Atenúan el ruido producido por la entrada y salida de aire de refrigeración. La dimensión de los silenciosos debe tenerse en cuenta para la longitud de la sala.

- Tolva/fuelle de acoplamiento radiador/silencioso

Eliminan la posibilidad de recirculación de aire caliente a la admisión y mejoran la refrigeración.

- Silencioso de escape

Atenúan el ruido producido por los gases de escape. La altura de la sala vendrá determinada por la instalación del conducto de escape. Dependiendo de dónde se coloque el silencioso de gases de escape, la altura libre por encima del grupo tendrá que ser mayor o menor. El diámetro de los silenciosos de escape está en torno a 60 cm. Es recomendable una altura de sala superior a 3 m.

- Intercambiadores de calor (grupos sin radiador)

Se usan para refrigerar el agua de camisas cuando el grupo no lleva radiador.

- Bombas circuito secundario de refrigeración (grupos sin radiador)

Son necesarias para mover el agua en el circuito secundario de refrigeración, entre el intercambiador y el sistema de refrigeración (torre, aerorrefrigerador)

- Ventilación forzada (grupos sin radiador/radiador remoto)



Es necesario un cierto caudal de aire para evacuar el calor radiado por el grupo y el generador, así como los gases de cárter. Normalmente este aire es inducido por el ventilador del radiador. Si no hay radiador, es necesario instalar ventiladores de impulsión y extracción.

- Tanque de expansión (grupos sin radiador/radiador remoto)

Es necesario para compensar el aumento de volumen del líquido al calentarse. Al haber más tuberías de agua es necesario un mayor volumen de compensación.

- Canalización de aire de admisión

Si la temperatura en la sala del grupo es elevada, será necesario tomar el aire para combustión del exterior.

- Canalización/deflectores de aire de ventilación y refrigeración

Si el flujo de aire de refrigeración/ventilación no es el ideal, debido a la situación de las entradas y salidas de aire disponibles, se debe colocar deflectores o canalizaciones que guíen el aire alrededor del grupo y hagan que éste entre en contacto con el motor lo máximo posible.

- Conducto de escape

Es necesario para llevar los gases de escape desde el motor hasta el exterior, pasando por el silencioso. Suele aislarse térmicamente, para evitar calentamiento de la sala y tener superficies calientes. La salida de gases está sujeta a la normativa de chimeneas de escape. Su tamaño está limitado por la pérdida de carga admisible en el motor.

- Tuberías de combustible

Conducen el combustible desde el depósito principal hasta el depósito nodriza. Desde el depósito nodriza hasta el motor generalmente suelen colocarse latiguillos.

- Tuberías de agua (grupos sin radiador/radiador remoto)

Comunican el radiador con el grupo o el intercambiador con el dispositivo de refrigeración del secundario. Su diámetro vendrá dado por el caudal/salto térmico necesario en el intercambiador.

- Cables de potencia

Son cables cuya sección depende de la intensidad máxima que van a soportar. A menudo se utiliza más de un cable por cada fase. El recorrido de cables será desde las pletinas de conexión del generador hasta el interruptor (si el grupo no lleva interruptor incorporado) y luego desde el interruptor hasta el cuadro de conmutación, si éste es necesario.

- Cables de control

Transmiten las señales de arranque/paro del grupo, así como la información proporcionada por el panel de control del grupo, en caso de que el funcionamiento sea automático o haya alguna gestión de señales.

- Bandejas de cables

Los cables de potencia y control deben llevarse por bandejas, que irán sujetas al techo, o en canaletas. Debe respetarse la densidad de cables que marca la normativa para una correcta disipación de calor. Es necesario separar las bandejas de cables de potencia de las bandejas de cables de control, para evitar interferencias magnéticas.

- Canaletas

Se excavan canaletas en el suelo para el paso de tuberías y cables. De esta forma se evitan posibles roturas o desgastes. Deben tenerse en cuenta su recorrido para no colocar ningún elemento encima. Es recomendable incorporar desagües para evacuación de agua.

Cada uno de estos elementos ocupa un espacio determinado y en algunos casos está sujeto a normativas que delimitan su colocación en la sala. En particular es necesario situar el depósito con cuidado, ya que, por normativa, debe guardar cierta distancia con otros elementos de la instalación.



### 2.5.2. MONTAJE

El grupo debe apoyarse sobre una superficie que aguante su peso y sea capaz de aislar las vibraciones producidas en su funcionamiento.

A la hora de plantear la suspensión de un grupo electrógeno es necesario tener en cuenta su emplazamiento. La suspensión será distinta dependiendo de que el grupo esté situado sobre el suelo o sobre una estructura, como puede ser una planta o una azotea de un edificio.

Es muy común en las instalaciones de suministro de emergencia situar los grupos electrógenos en la cubierta del edificio. Normalmente, las cubiertas de los edificios no están previstas para aguantar el peso de los grupos, por lo que es necesario situar los grupos sobre una estructura metálica, apoyada sobre unos enanos, que lleve la carga hasta los pilares del edificio.

Para mejorar el aislamiento, es conveniente que la estructura metálica sea lo más rígida posible, por lo que se deben emplear perfiles de altura adecuada.

Es necesario en estos casos evaluar el impacto que puede causar la vibración de los grupos sobre la estructura del edificio. Cada estructura reaccionará de una forma distinta a la excitación producida por las vibraciones del grupo, por lo que no es posible conocer la influencia del grupo sobre la estructura sin conocer la estructura. Este estudio debe realizarse por los arquitectos responsables de la estructura.

En el caso de grupos instalados en edificios de oficinas o viviendas, es necesario eliminar todo lo posible la transmisión de vibraciones del grupo al edificio. Para esto, se colocan tacos antivibratorios entre el grupo electrógeno y la estructura metálica que lo soporta.

#### Montaje sobre suelo

La capacidad de soportar carga varía de unos suelos a otros. Los suelos de roca aguantan más carga que los de arena. La presión ejercida sobre el suelo se evalúa teniendo en cuenta el peso del grupo con líquidos y su superficie de apoyo (raíles laterales de grupo).

Para limitar las vibraciones transmitidas al entorno, se construye una bancada de hormigón, sobre la que se apoya el grupo. Dicha bancada debe tener por lo menos el mismo peso que el grupo con líquidos.

Es recomendable que la bancada mida 30 cm más que el contorno de la superficie de apoyo del grupo. La profundidad vendrá dada por la condición de que su peso sea igual al del grupo, de la siguiente manera:

$$h = P / l * a * \rho$$

Donde:

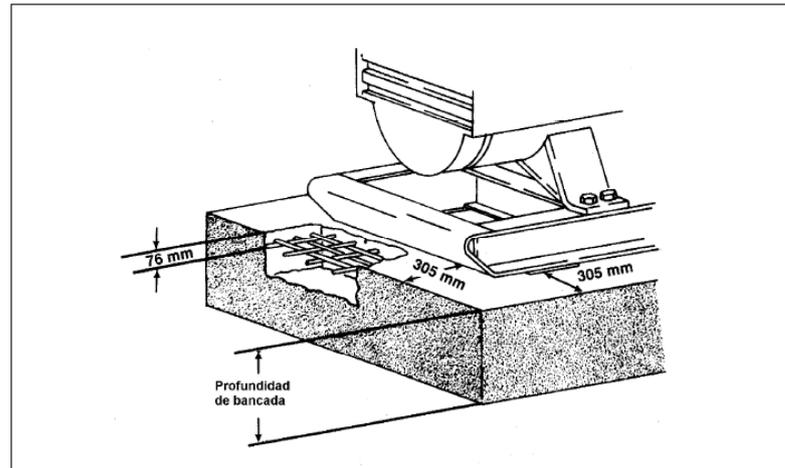
h: profundidad de bancada (m)

P: peso de grupo con líquidos (kg)

l: longitud de bancada (m)

a: ancho de bancada (m)

$\rho$ : densidad del hormigón, 2400 kg/m<sup>3</sup>.



**Figura 24. Profundidad de la bancada**

No debe colocarse el grupo sobre bancada en caso de que esté situado en una planta de un edificio. La bancada puede provocar una sobrecarga en la estructura de la edificación, además de aumentar la masa vibrante sobre la estructura.

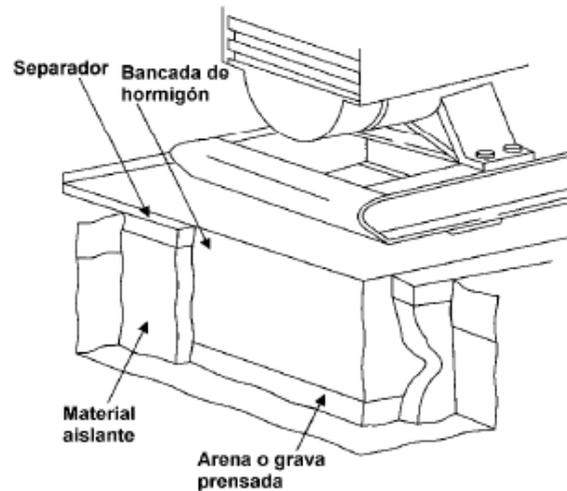
No obstante, si se desea una reducción drástica de las vibraciones, puede colocarse el grupo sobre tacos antivibratorios, además de la bancada. El grado de aislamiento que se alcanza con un buen diseño del sistema de sustentación ronda el 97%.

La frecuencia de las vibraciones producidas por el grupo funcionando a 1500 rpm es 25 Hz. El diseño de la sustentación dependerá de dónde esté situado el grupo. Si el grupo está situado sobre un suelo o en un sótano, la frecuencia del sistema grupo antivibratorios estará en torno a 3 Hz. Si el grupo está situado sobre una estructura, como por ejemplo en una terraza, la frecuencia propia del sistema será un poco mayor, 4 Hz.

La bancada de hormigón debe construirse de la forma que sigue.

Para mejorar el aislamiento de vibraciones, se coloca una capa de entre 20 y 25 cm de arena o grava. El aislamiento proporcionado por la grava es ligeramente superior al de la arena. Debe prestarse especial atención a la compactación de la arena o grava para que no haya asentamientos posteriores.

Rodeando el dado de hormigón se coloca un material aislante (goma, poliestireno, fibra de vidrio), para reducir el paso de vibraciones al suelo.



**Figura 25. Construcción bancada**

En cualquier caso será necesario un estudio completo del conjunto de la estructura para evaluar el impacto de las vibraciones del grupo sobre la estructura completa.

### **2.5.3. VENTILACIÓN**

La ventilación es esencial para el buen funcionamiento del grupo. Una ventilación deficiente causará pérdidas de potencia y acelerará el desgaste del motor, llegando a provocar averías graves.

Las necesidades de aire del motor son tres:

- Aire para evacuación del calor radiado por el motor y el generador a la sala y para refrigeración del radiador
- Aire para combustión,
- Aire para evacuación de gases de cárter.

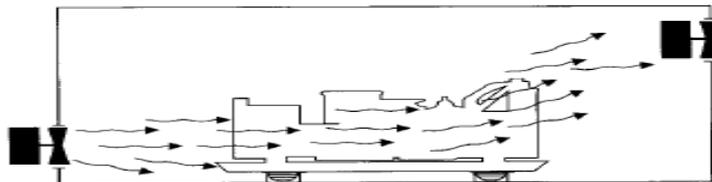
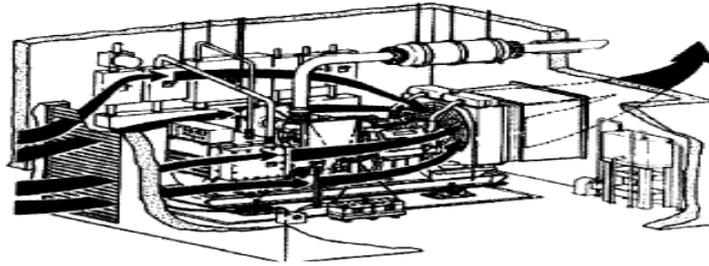
#### **Ventilación y refrigeración**

La mejor solución es provocar una corriente de aire que recorra el grupo longitudinalmente, empezando en el extremo del generador, por la parte baja del grupo, hacia el radiador. De esta forma, el aire refrigera el generador, pasa luego por los costados del motor recogiendo el calor radiado y se introduce finalmente en el radiador donde disipa el calor del agua de camisas. Es aconsejable que la entrada de aire sea lo más baja posible, ya que la rejilla de ventilación del radiador se encuentra a poca altura.

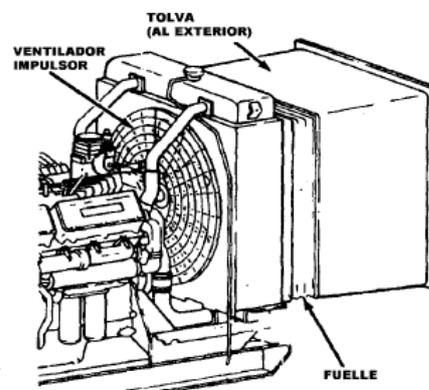
Los ventiladores de los grupos electrógenos son todos de impulsión, es decir impulsan el aire hacia el núcleo del radiador, precisamente para garantizar que el aire recorre el camino anteriormente descrito.

Es aconsejable canalizar la salida de aire desde el radiador al exterior, para evitar cualquier recirculación de aire caliente. El radiador se une a la tolva por medio de un fuelle flexible, para evitar la transmisión de vibraciones al edificio.

La sección de la conducción de aire debe ser mayor que el núcleo del radiador. En caso de que se utilicen persianas antilluvia, la sección debe aumentarse en un 25% con respecto a la del radiador. Si se coloca malla o rejilla fina en las aberturas, la sección debe ser 40% mayor que la del radiador.



**Figura 26. Corriente de aire longitudinal.**



**Figura 27. Canalización para la salida de aire.**

La abertura de entrada de aire debe ser 1,5 veces mayor en área que la de salida.

Si el camino natural del aire entre la entrada y salida no recorre el grupo por completo, deben colocarse deflectores que guíen el aire hacia el grupo.

A la hora de diseñar los conductos de entrada y salida de aire, debe tenerse en cuenta que la pérdida de carga total, entre la aspiración y la salida de aire no debe sobrepasar la máxima admisible. Por tanto, la sección de los conductos, el tamaño de los silenciadores y la forma de los deflectores debe ser la adecuada para minimizar la pérdida de carga.



En el caso en que el grupo vaya refrigerado por intercambiador de calor y no lleve radiador, debe instalarse un sistema de ventilación que introduzca y extraiga el aire de la sala. Asimismo, si el grupo se encuentra en un recinto al cual llega el aire a través de canalizaciones muy largas, también debe proporcionarse un sistema de impulsión y/o extracción de aire, de manera que el ventilador del radiador no tenga que vencer la pérdida de carga de los conductos.

La presión en la sala del grupo debe ser ligeramente superior a la exterior. Si la presión en la sala es inferior a la exterior, el motor tendrá más dificultad para aspirar aire, y se resentirá el rendimiento, aumentando el consumo de combustible y la temperatura de escape, con el consiguiente desgaste de las partes internas del motor.

El radiador está diseñado de forma que el aire se calienta aproximadamente 10 °C antes de entrar en el radiador. Esta temperatura variará según las dimensiones de la sala y de la resistencia al paso del aire que haya.

Otra disposición posible del sistema de ventilación, en caso de no haber radiador, es una cortina de aire que ataque el grupo en toda su longitud por la parte inferior y salga por aberturas en el techo encima del grupo.

El menos aconsejable de los sistemas de refrigeración es impulsar aire sobre el grupo desde arriba en el extremo del generador y extraerlo por el extremo del radiador. Este sistema no es aconsejable ya que el camino natural del aire caliente es opuesto al del aire impulsado. Además, el aire seguirá el camino más corto entre la entrada y la salida, sin entrar en contacto con muchas zonas del grupo.

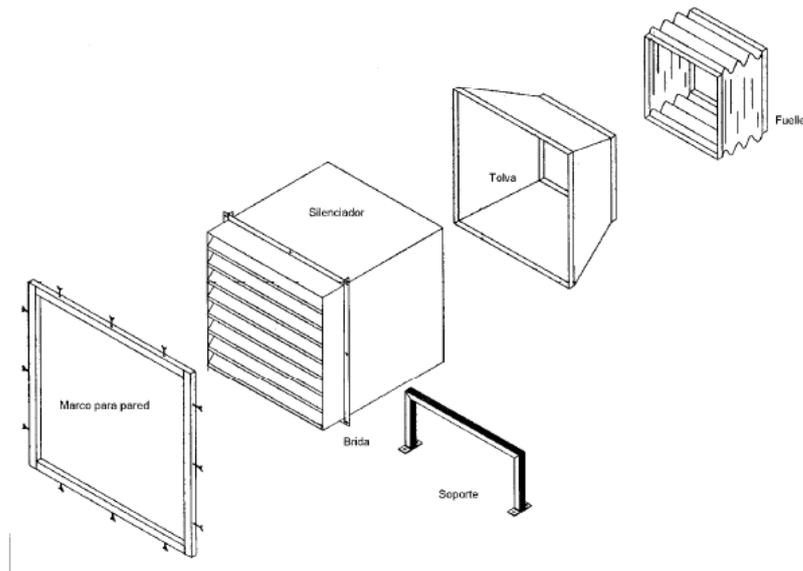
En caso de que el camino natural del aire tienda a evitar el grupo electrógeno, deben instalarse deflectores que guíen el aire hacia todo el grupo. Para comprobar que el camino del aire a través del grupo es correcto, se pueden colocar lazos o trozos de cordel sobre la superficie del motor, y observar cómo se mueve con el paso del aire.

Un flujo de aire correcto será tanto más importante cuantos más largos sean los periodos de funcionamiento del grupo.

Por cada 765 m de altura sobre el nivel del mar hay que aumentar el caudal de aire en un 10%, para compensar la disminución de densidad del aire.

El funcionamiento del grupo provoca ruido. Para ventilar y refrigerar el grupo es necesario dejar aberturas para el paso de aire. Para evitar que este ruido pase al exterior de la sala, se pueden colocar silenciosos de entrada y salida de aire. El ruido producido por el flujo de aire suele ser despreciable frente al ruido producido por el grupo. Es necesario tener en cuenta las dimensiones de los silenciosos a la hora de plantear el tamaño de la sala.

Silenciador de salida de aire con elementos de montaje



**Figura 28. Instalación silenciador**

### **Aire para combustión**

Para el proceso de combustión es necesario aire limpio y frío. La temperatura de entrada del aire afecta en gran manera al rendimiento y a la vida del grupo. El aire para combustión se toma normalmente de la propia sala del grupo. Si el aire en la sala está demasiado caliente, será necesario tomar aire del exterior por medio de una conducción.

La pérdida de carga aconsejada para la conducción de aire de admisión es 0.5 kPa. Conservando la restricción en la admisión por debajo de este valor, se optimizará la vida de los filtros de aire.

El conducto de admisión debe ser capaz de aguantar una pérdida de carga de 12.5 kPa, para asegurar su consistencia estructural. No se debe apoyar ningún peso sobre los filtros de aire del motor, por tanto la conducción debe estar soportada en toda su longitud.

El caudal de aire que requiere un grupo es aproximadamente 0.127 m<sup>3</sup>/min por Kw.

### **Gases de cárter**

Una pequeña parte de los gases de combustión producidos en el pistón pasan al cárter a través de los segmentos.

Para que la presión en el cárter no se haga muy grande, se ventila el cárter a la atmósfera, evacuando los gases de cárter.

El caudal de gases de cárter típico es de 0.4 m<sup>3</sup>/kWe·h a 0.6 m<sup>3</sup>/kW·h, según sea el estado de desgaste del motor.

En caso de que el grupo tenga radiador, los gases de cárter se descargan a la salida del radiador mediante un conducto. En caso de que el aire caliente se canalice al exterior, debe preverse una abertura para introducir el conducto de descarga de gases de cárter.



Si el grupo se refrigera por medio de intercambiador de calor, existen varias opciones para evacuar los gases de cárter.

- Se puede canalizar el venteo del cárter al exterior. La contrapresión máxima admisible del conducto es 0.25 kPa. En caso de que el conducto sea muy largo y se exceda esta contrapresión, puede instalarse un sistema de extracción, siempre que la presión negativa creada en el cárter no llegue a 0.06 kPa. Para evitar la disminución de presión en el cárter, las conexiones del conducto no deben ser estancas. No se debe en ningún caso llevar la salida de gases de cárter al escape, ya que puede provocar incendios debido a la creación de depósitos de aceite.
- Si la ventilación de la sala es muy buena, se pueden descargar los gases de cárter directamente a la sala, considerando que el caudal de gases de escape es comparativamente pequeño.
- La instalación de filtros en la salida de gases de cárter permite limpiar de partículas y aceite los gases de cárter. En instalaciones de emergencia, caracterizadas por bajas horas de funcionamiento, se pueden eliminar por completo los gases de cárter reintroduciéndolos en la admisión una vez limpios (filtros de circuito cerrado). En ambientes concurridos o mal ventilados, esta es la mejor solución. Para instalaciones con más horas de funcionamiento se deben liberar al ambiente directamente tras pasarlos por filtros (filtros de circuito abierto).

#### 2.5.4. INSTALACIÓN DE ESCAPE

El funcionamiento del grupo electrógeno implica liberación de una cantidad de gases calientes que deben evacuarse a la atmósfera. A la hora de diseñar el escape es necesario tener en cuenta los siguientes condicionantes.

- El rendimiento y buena conservación del motor exigen que la pérdida de carga en el conducto de escape y en el silencioso sea inferior a un cierto valor límite. Para mantener la pérdida de carga por debajo del límite tolerable durante toda la vida del motor, es necesario utilizar un valor de pérdida de carga de diseño, inferior al límite máximo. El uso del grupo hará que aumente la pérdida de carga debido al ensuciamiento y acumulación de carbonilla en el conducto y silencioso. El valor de pérdida de carga de diseño deberá ser más bajo cuanto mayor sea el uso del grupo. Por tanto, no se debe usar el límite máximo como valor de diseño, ya que esto puede llevar a una contrapresión demasiado elevada una vez entre en servicio el grupo.
- Los gases de escape salen a gran temperatura, produciendo dilataciones en la conducción. Esto obliga a introducir elementos flexibles que compensen las dilataciones, y a soportar el conducto de manera no rígida.
- Las vibraciones del motor hacen que sea necesario aislar el conducto de escape del motor mediante conexiones flexibles, que limiten la transmisión de vibraciones. Otra solución es emplear una suspensión antivibratoria para el conducto de escape.
- Las altas temperaturas de los gases de escape hacen necesario aislar la superficie caliente de los conductos, por motivos de seguridad y para que el calentamiento de la sala no sea excesivo.

## Conducción de escape

Los gases de escape deben ser conducidos desde la salida de escape del motor hasta el exterior de la sala.

La salida de gases de escape debe estar todo lo alejada que sea posible de la entrada de aire a la sala, para evitar cualquier recirculación de gases de escape hacia la sala. La recirculación de los gases de escape aumentaría la temperatura del aire, perjudicando la ventilación, el rendimiento del motor, y ensuciando el radiador.

Los gases de escape salen del motor a una temperatura superior a 500 °C. Esto hace necesario varias consideraciones.

- La dilatación térmica obliga a colocar compensadores de dilatación en los distintos tramos de la conducción. La tubería de acero experimenta una dilatación de 1.13 mm /m por cada 100°C de aumento de temperatura. Si tenemos en cuenta la temperatura de los gases, un tramo de tubería de 3 m experimentaría una dilatación de aproximadamente 17 mm. Si la tubería se soporta de forma rígida, esto puede causar fallos en los soportes. Un extremo de cada tramo de tubería debe soportarse rígidamente y el otro mediante soporte no rígido, por ejemplo de rodillos. Las chimeneas modulares vienen ya preparadas para absorber las dilataciones, sin necesidad de compensadores adicionales
- A la salida del motor se coloca un flexible de escape, cuya misión es aislar las vibraciones producidas por el grupo de la conducción, y absorber las pequeñas desalineaciones que pueda haber entre el conducto de escape y la salida de escape del motor. El peso del conducto de escape no debe apoyarse sobre el flexible de escape. El conducto de escape debe soportarse de forma que los flexibles no aguanten peso.

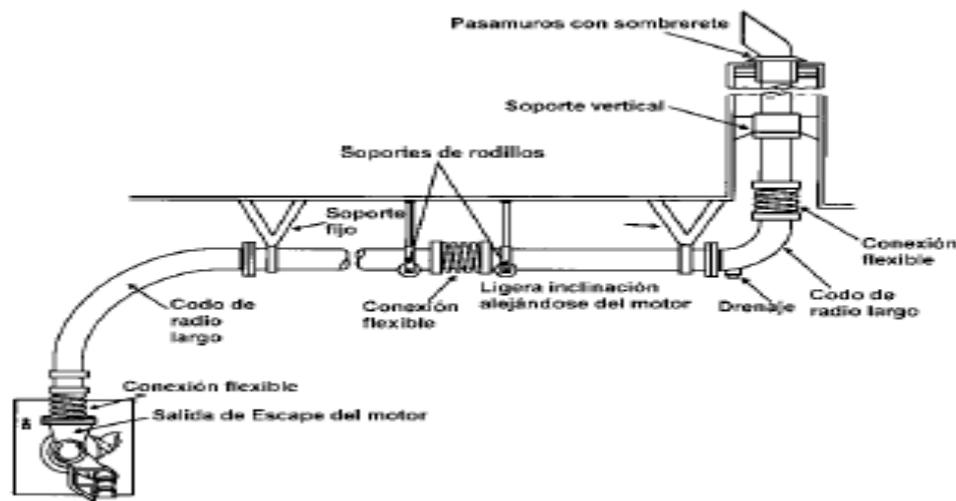
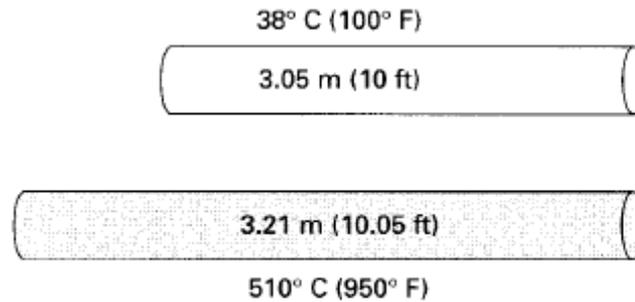
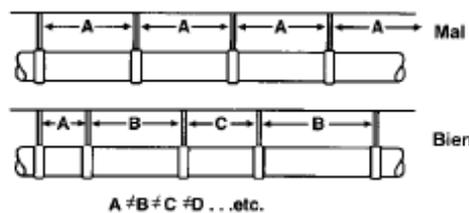


Figura 29. Conducción de escape.



**Figura 30. Dilatación térmica.**

- Al instalar los compensadores de dilatación, estos deben estar pretensados o comprimidos una cierta longitud, definida por el fabricante. Asegúrese de seguir las indicaciones del fabricante, y compruebe que el eje de todos los compensadores queda recto una vez instalado
- Para evitar que las vibraciones que se puedan transmitir afecten gravemente a la conducción, se deben colocar los soportes a distancias desiguales, lo cual elimina el riesgo de resonancia.



**Figura 31. Soportes.**

- El agua contenido en los gases de escape se condensa en el conducto de escape. Por tanto es necesario colocar puntos de drenaje en cada tramo de conducto en el que se pueda acumular agua. Para evitar que entre agua al motor, los conductos tendrán una ligera inclinación descendente en el sentido del flujo de gases.
- Los pasamuros separan el conducto de escape de las paredes o techos y proporcionan aislamiento térmico y mecánico. Si son de pared simple, el diámetro debe ser al menos 305 mm mayor que el conducto de escape. Si es de pared doble, el diámetro exterior debe ser al menos 152 mm mayor que el conducto de escape.
- El silencioso de escape se colocará lo más cerca posible del motor, de forma que la transmisión de ruido por el conducto de escape sea la mínima, y que la temperatura de los gases en el silencioso sea la mayor posible para favorecer la combustión de la carbonilla, e impedir que se formen depósitos. El silencioso se soporta o se suspende de la estructura de forma rígida o por medio de una suspensión antivibratoria. Si no fuese posible aislar el conducto de escape del motor será imprescindible sustentar el silencioso y el conducto de escape con amortiguadores. Los silenciosos cuentan con 4 anclajes para facilitar su instalación. Siempre que las limitaciones de la instalación lo permitan, para minimizar la contrapresión es conveniente colocar un tramo de tubería recta de longitud superior a 5 diámetros aguas arriba del silencioso y de longitud superior a 2.5 diámetros aguas abajo.
- Es necesario poner algún medio que impida la entrada de lluvia por la salida del conducto de escape. Un método es colocar un sombrerete. El inconveniente del sombrerete es que refleja el



ruido de escape hacia abajo, en vez de dejar que se disipe hacia arriba. Otra forma es acabar el conducto en horizontal, cortado a 45° o 30° en “pico de pato”.



**Figura 32. Sombbrero de escape.**

- En caso de que exista más de un grupo en una misma instalación, no debe unirse en ningún caso los escapes en un colector común. Si uno de los motores estuviese parado mientras los otros están en marcha, los gases de escape entrarían en el motor parado. Al estar el motor frío, el agua de los gases se condensaría, causando graves daños al motor. La experiencia ha demostrado que la colocación de válvulas que aislen los motores parados no es eficaz, ya que, debido a las altas temperaturas de los gases, las válvulas acaban por degradarse. La colocación de extractores tampoco es aconsejable, ya que si se activan con un motor parado, pueden causar daños en los turbocompresores al girar éstos sin lubricación, arrastrados por el flujo de aire.

### Contrapresión de conducto de escape

La contrapresión en el conducto de escape influye decisivamente en el funcionamiento y en la vida del motor. Por eso es crucial mantenerla dentro de unos límites.

En general, la sección del conducto de escape será igual o mayor que la sección de salida del motor. Si con la sección del motor se superan los límites admisibles, debe aumentarse la sección del conducto.

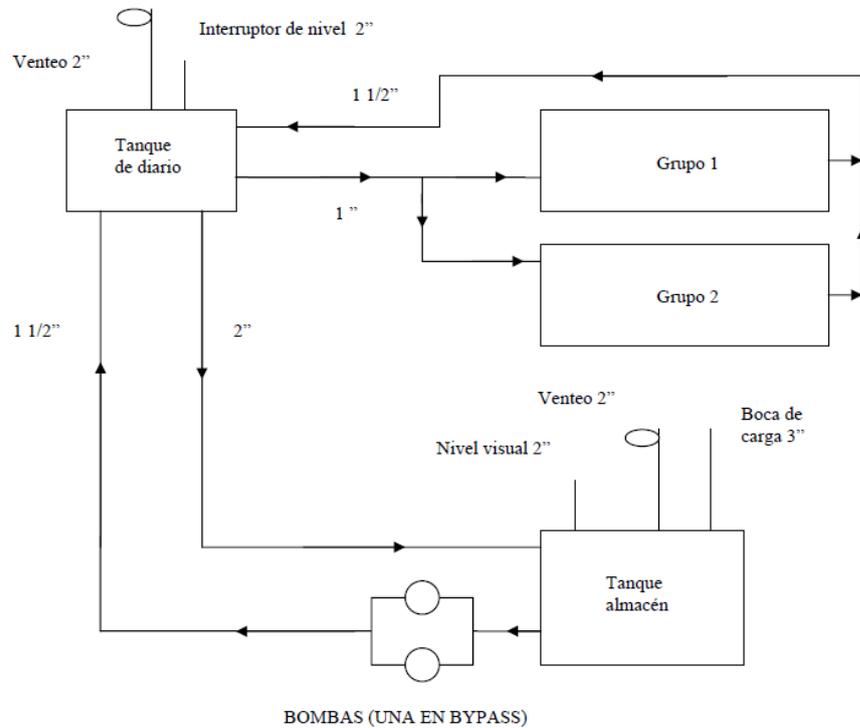
Para hallar la pérdida de carga del conducto es necesario conocer la longitud de conducto, el número de codos y la pérdida de carga del silencioso.

Cada codo equivale a una cierta longitud de tubería. Dependiendo del diámetro y del radio de curvatura del codo, se puede calcular la longitud equivalente de tubo en la tabla.

La pérdida de carga provocada por los codos del conducto se calcula como longitud equivalente de tubería mediante las siguientes expresiones:	
Codo a 90°	$L = 33 \times \frac{D}{1000}$
Codo de radio largo (Radio > 1.5 D)	$L = 20 \times \frac{D}{1000}$
Codo cuadrado	$L = 66 \times \frac{D}{1000}$
Codo de 45°	$L = 15 \times \frac{D}{1000}$

### 2.5.5. SISTEMA DE COMBUSTIBLE

Además del depósito incorporado en el motor, la instalación contará con un depósito de mayor tamaño, de forma que se puedan distanciar al máximo las operaciones de recarga. El tamaño del depósito dependerá de las horas de funcionamiento y el grado de carga deseados.



**Figura 33. Instalación típica de suministro de combustible.**

Solamente una parte del caudal que entra al motor se quema en los cilindros. Otra parte mucho mayor se emplea para refrigerar los inyectores. Por tanto existe un caudal de entrada al motor y un caudal de retorno.

El rendimiento de los motores con inyección electrónica unitaria se ve afectado adversamente si la temperatura del gasóleo sube de 38 °C, debido a la disminución de la densidad del combustible. Si el combustible se calienta, será necesario instalar un enfriador de gasóleo. Si se dispone de un depósito muy grande (>10.000 litros), se puede funcionar varias horas sin que se caliente el combustible, llevando el retorno del motor al tanque principal.



## **2.6. EVACUACIÓN DE LOS OCUPANTES**

### **2.6.1. MEGAFONÍA DE EMERGENCIA**

La finalidad principal de un sistema de megafonía de emergencia es la difusión del plan de emergencia con la mayor claridad posible. Toda la cadena electroacústica debe estar diseñada para transmitir de forma clara e inteligible el mensaje sonoro, lo que dependerá entre otros factores de la calidad de los productos y la naturaleza del lugar a sonorizar.

Las señales de audio con las que trabajará serán de voz (mediante pupitres microfónicos desde los que se lanzan mensajes hablados en directo) o pregrabados (mensajes de evacuación, de emergencia, anuncios publicitarios o tonos de alarma o avisos).

#### **Sistemas de prioridad**

Generalmente las señales no se mezclan, sino que únicamente una de ellas se envía al espacio sonorizado o zonas determinadas. Un sistema de prioridades se encarga de gestionar los posibles conflictos cuando dos o más señales deben ser difundidas en una misma zona. El sistema de prioridades analizará la importancia de cada una de las señales y cederá o prohibirá el paso de las señales en función del nivel de prioridad o importancia otorgado a cada una de ellas. Con ello conseguimos que los mensajes hablados de información, de aviso o de emergencia, no queden sin difusión o enmascarados por la difusión de otras señales de audio.

#### **Línea de 100V.**

Los amplificadores de megafonía acostumbran a proporcionar salidas para la conexión de altavoces de baja impedancia (4,8 ó 16 ohm) y altavoces de alta impedancia (100, 70 ó 50V). La conexión en baja impedancia es recomendable cuando trabajamos con pocos altavoces (entre 1 y 4) y distancias cortas de cableado entre amplificador y altavoces. La conexión en línea de 100V (altavoces de alta impedancia con transformador) está recomendada cuando trabajamos con un alto número de altavoces y distancias largas de cableado entre amplificador y altavoces, garantizando una correcta conexión de todos los altavoces y una alta eficiencia en la transmisión de las señales eléctricas por la línea de altavoces. La conexión de los altavoces se efectúa en paralelo, escogiendo en cada punto de altavoz la conexión más apropiada para el espacio a sonorizar, ya que el transformador que incorpora acostumbra a proporcionar varias tomas de potencia de conexión.

#### **Cableado de líneas de 100V.**

En sistemas de megafonía las líneas de cableado entre amplificador y altavoces se deben diseñar para que no sufran pérdidas de más de un 10%. La recomendación, en términos generales, es la utilización de cables de cobre con formación multifilar, con una sección recomendada de 1,5 mm<sup>2</sup>. En cualquier caso, se debe estudiar cada caso por separado y diseñar la estructura y características del cableado para garantizar una correcta transmisión de las señales eléctricas.



No es aconsejable que las líneas de altavoces circulen por canalizaciones comunes a otras señales. Compartir las canalizaciones con líneas eléctricas puede provocar la aparición de zumbido en los altavoces que según el grado de inducción podría ser molesto.

## 2.6.2. SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR ILUMINACIÓN INADECUADO

### 2.6.2.1. ALUMBRADO NORMAL

En cada zona se dispondrá de una instalación de alumbrado capaz de proporcionar, como mínimo, el nivel de iluminación que se establece en la siguiente tabla, medido a nivel del suelo.

Zona		<i>Iluminancia mínima</i> lux	
Exterior	Exclusiva para personas	Escaleras	10
		Resto de zonas	5
	Para vehículos o mixtas		10
Interior	Exclusiva para personas	Escaleras	75
		Resto de zonas	50
	Para vehículos o mixtas		50

### 2.6.2.2. ALUMBRADO DE EMERGENCIA

#### Introducción

El único objetivo de la iluminación de emergencia es el de garantizar la seguridad de las personas que ocupan un local ante una situación de emergencia.

La evacuación depende primordialmente de las personas que la realizan, por lo que podemos afirmar que el factor humano es esencial.

La sensación de pánico limita en gran medida la capacidad de las personas y es fundamental que esta no se produzca, siendo las principales causas:

- Desconocimiento de la geometría del edificio.
- Desconocimiento del camino a seguir.
- Sensación de acorralamiento.
- Sensación de falta de tiempo.
- Señalización confusa y defectuosa.
- Iluminación insuficiente.
- Bloqueo de salidas de evacuación.
- Concentración excesiva en salidas de evacuación.

#### Funcionamiento

La corriente eléctrica que suelen suministrarnos las compañías eléctricas son de 230 V de corriente alterna monofásica o 400 V de corriente alterna trifásica (las luminarias de emergencia son receptores monofásicos).

La instalación de iluminación de emergencia debe entrar en funcionamiento en el momento en el que se produzca un fallo de alimentación por debajo del 70% del valor nominal de tensión.

El 70% de 230 V son 161 V.



Siempre que se detecte que la tensión de alimentación es inferior a estos 161 V, la iluminación de emergencia entrará en funcionamiento. El reglamento entiende que el “corte” no tiene que ser total.

Además entrará en funcionamiento en menos de 0,5 s desde que se produce dicha falta de suministro. Este tiempo de paso de estado de alerta a estado de emergencia imposibilita la utilización de grupos electrógenos para alimentar las luminarias, ya que se requieren un tiempo más amplio. En este caso la solución más sencilla es la utilización de baterías.

#### **Tipos de iluminación de emergencia:**

- Alumbrado de seguridad.
- Alumbrado de evacuación.
- Alumbrado de ambiente o antipánico.
- Alumbrado de zonas de alto riesgo.
- Alumbrado de reemplazamiento.

#### **Alumbrado de seguridad**

Es el alumbrado de emergencia previsto para garantizar la seguridad de las personas que evacuen una zona o que tienen que terminar un trabajo potencialmente peligroso antes de abandonar la zona.

El alumbrado de seguridad estará previsto para entrar en funcionamiento automáticamente cuando se produce un fallo del alumbrado general o cuando la tensión de éste baje a menos del 70% de su valor nominal.

#### **Alumbrado de evacuación.**

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios o rutas de evacuación cuando los locales estén o puedan estar ocupados.

En rutas de evacuación, el alumbrado debe proporcionar, a nivel de suelo y en el eje de los pasos principales, una iluminación horizontal mínima de 1 lux.

En los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución de alumbrado, la iluminación mínima será de 5 lux. La relación entre la iluminación máxima y la mínima en el eje de los pasos principales será menor de 40.

El alumbrado de evacuación deberá poder funcionar, cuando se produzca un fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminación prevista.

#### **Sistemas de instalación**

1. Sistemas autónomos de iluminación de emergencia.

Estos sistemas están compuestos por luminarias de emergencia de tipo autónomo.

Estas luminarias pueden ser de tipo permanente o no permanente, y todos los elementos, tales como la batería, la lámpara, el conjunto de mando y los dispositivos de verificación y control, si existen, están contenidos dentro de la luminaria o a una distancia no inferior a 1 m de ella.

A nivel de instalación estas luminarias no necesitan un circuito independiente para el alumbrado de emergencia, de manera que pueden compartir protecciones con los propios



circuitos de iluminación normal (Esto permite ahorrar cable, magnetotérmicos y diferenciales).

## 2. Sistemas centralizados de iluminación de emergencia.

Estos sistemas están formados por luminarias de tipo centralizado.

Estas luminarias proporcionan alumbrado de emergencia de tipo permanente o no permanente y que está alimentada a partir de un sistema de emergencia central, es decir, no incorporado en la luminaria.

La principal ventaja de este sistema frente al sistema autónomo es la facilidad de mantenimiento de baterías. No es necesario sustituir las baterías una por una en cada luminaria, sino que bastaría con acudir una sola vez a la fuente central.

Sin embargo este sistema presenta a priori un déficit de seguridad frente al sistema autónomo, ya que si dicha fuente central falla, se corta o se quema el cable de alimentación a las luminarias, ninguna luminaria de emergencia logrará encenderse.

### **Iluminación de balizamiento.**

En el caso de encontrarnos en un local de pública concurrencia que a su vez está clasificado como de espectáculos o actividades recreativas, debemos completar la iluminación de emergencia con iluminación de balizamiento.

- Esta iluminación se colocará en rampas o pendientes superiores al 8%.
- Entrará en funcionamiento en las mismas condiciones que el alumbrado de emergencia. Fallo del suministro por debajo del 70% de la tensión de red, y una hora de autonomía.
- Se colocará una baliza por cada metro lineal o fracción de escalón.
- Deberán iluminar la huella.

Hay que destacar que la iluminación de balizamiento no es iluminación de emergencia, y no podemos utilizar una misma luminaria para justificar iluminación de balizamiento y emergencia. El hecho de que exista iluminación de balizamiento en las escaleras no quiere decir que no deba existir iluminación de emergencia iluminando también las escaleras. La iluminación de balizamiento es un complemento a la iluminación de emergencia.

Estas luminarias de balizamiento pueden ser también autónomas o centralizadas. En el caso de utilizar sistemas centralizados no es necesario cumplir con los requisitos de instalación de sistemas centralizados de iluminación de emergencia, al no tratarse por concepto la iluminación de balizamiento como iluminación de emergencia.

### **Dotación**

Contarán con alumbrado de emergencia las zonas y los elementos siguientes:

- a) Todo recinto cuya ocupación sea mayor que 100 personas.
- b) Todo recorrido de evacuación, conforme estos se definen en el Anexo A de DB SI.
- c) Los aparcamientos cerrados o cubiertos cuya superficie construida exceda de 100 m<sup>2</sup>, incluidos los pasillos y las escaleras que conduzcan hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.
- d) Los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección contra incendios y los riesgos especiales indicados en DB SI 1.
- e) Los aseos generales de planta en edificios de uso público.
- f) Los lugares en los que se ubican cuadros de distribución o de accionamiento de la instalación.



- g) Las señales de seguridad.

### **Posición y características de las luminarias**

Con el fin de proporcionar una iluminación adecuada las luminarias cumplirán las siguientes condiciones:

- a) Se situarán al menos a 2 m por encima del nivel del suelo.
- b) Se dispondrá una en cada puerta de salida y en posiciones en las que sea necesario destacar un peligro potencial o el emplazamiento de un equipo de seguridad.

Como mínimo se dispondrán en los siguientes puntos:

- 1) En las puertas existentes en los recorridos de evacuación.
- 2) En las escaleras, de modo que cada tramo de escaleras reciba iluminación directa.
- 3) En cualquier otro cambio de nivel.
- 4) En los cambios de dirección y en las intersecciones de pasillos.

### **2.6.3. SISTEMAS DE PRESURIZACIÓN PARA VÍAS DE EVACUACIÓN**

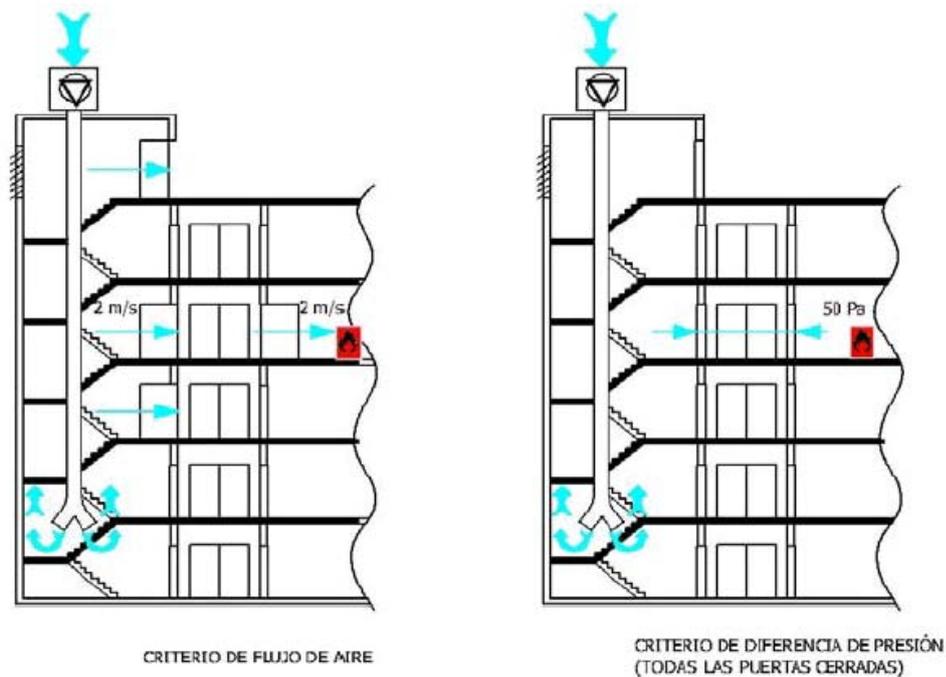
La presurización de las rutas de escape tiene por objeto mantener dichas rutas libres de los humos generados en un incendio, de modo que los usuarios puedan escapar de éste a través de un espacio seguro.

Esto se consigue impulsando aire exterior mediante una unidad de ventilación y un conducto vertical de distribución, alojando unidades terminales de impulsión a lo largo de su recorrido.

Para evitar que los humos generados en un incendio entren en las vías de evacuación, estas se presurizan con el fin de disponer de una presión diferencial de 50 Pa entre el espacio presurizado, vía de escape, y el espacio no presurizado, edificio.

Este nivel de presión, que se debe mantener en caso de incendio mientras todas las puertas de acceso a las vías de escape permanezcan cerradas, es un compromiso de seguridad entre la presión necesaria para evitar la entrada del humo a través de las ranuras de dichas puertas, y la fuerza necesaria para abrir dichas puertas desde el edificio hacia la vía de escape.

Por otro lado, en el momento en que se produce la abertura de una puerta en alguna de las plantas de la vía presurizada, se hace imposible mantener el citado nivel de presurización, por lo que se debe adoptar un segundo criterio de diseño, que se basa en obtener una velocidad de escape del aire de presurización a través de la citada puerta abierta, superior a 2 m/s, según la EN-12101-6 ( o UNE -23586 ) y 0,75 m/s según la actual norma UNE 100.040. Como se muestra en la figura;



**Figura 34. Presurización para vías de evacuación**

La existencia de dos situaciones distintas durante el incendio, situación de puertas cerradas y de puertas abiertas, deriva en la necesidad de prever dos caudales de impulsión que en la mayoría de los casos difieren notablemente. Este hecho conlleva la necesidad de prever sistemas que permitan adecuar el caudal de aire impulsado a la situación que se presente en cada momento.

Las soluciones adoptadas en el pasado consistentes en la instalación de una compuerta de sobrepresión tarada a 50 Pa que permita evacuar el exceso de caudal existente en la situación de puerta cerrada en caso de impulsar continuamente el caudal calculado para la situación de puerta abierta, ha sido substituido por sistemas que permiten variar el caudal de aire impulsado por el ventilador mediante un variador de frecuencia comandado por señal de presostato diferencial.

#### 2.6.4. INFORMACIÓN PARA OCUPANTES

Las Órdenes del Ministerio de Comercio y Turismo de 25-9-79, sobre prevención de incendios en establecimientos turísticos (BOE de 20-10-1979) y de 31-3-80, por la que se modifica la anterior (BOE de 10-3-1980) establecen para los establecimientos hoteleros las siguientes exigencias:

- En la puerta de la habitación o su proximidad se colocará una tarjeta con instrucciones para los clientes en varios idiomas sobre cómo actuar ante un incendio y sobre cómo prevenirlo.
- En cada habitación se colocará un plano reducido de información al cliente (en el que figure la situación de escaleras, pasillos, salidas, itinerarios de evacuación, situación de los medios de transmisión y dispositivos de extinción) fijado en la puerta de la habitación o su proximidad (sólo exigible para alojamientos con más de 30 habitaciones).



- En cada planta se colocará un plano en el que figure la situación de escaleras, pasillos, salidas, itinerarios de evacuación, situación de los medios de transmisión y dispositivos de extinción. Estará situado en un lugar accesible de cada planta para consulta urgente (sólo exigible para alojamientos con más de 30 habitaciones).
- Los establecimientos hoteleros tienen la obligación de disponer de un manual para el personal conteniendo un plan de emergencia en cuya redacción se tenga en cuenta las características del establecimiento (sólo exigible para alojamientos con más de 30 habitaciones). Este manual deberá incluir una relación de las acciones a realizar por el personal de cada departamento en caso de emergencia, como aviso a los clientes (alarma) y al servicio contraincendios, participación en tareas de evacuación, aviso a la dirección, etc.

## **2.7. CONTROL DE MONÓXIDO DE CARBONO**

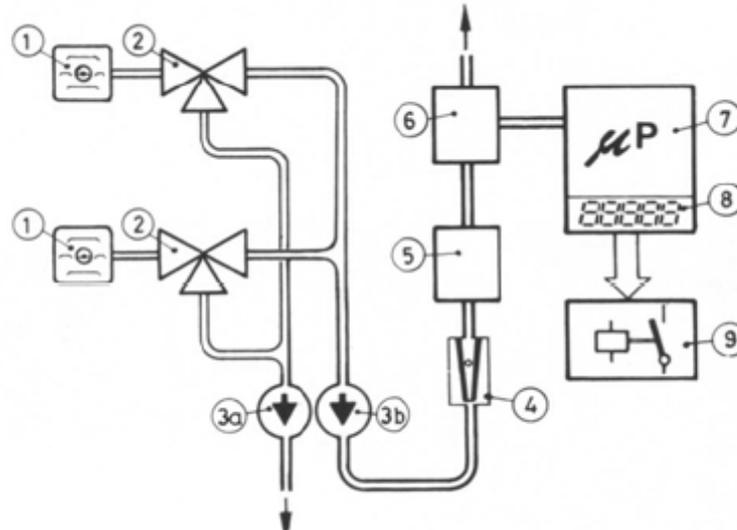
El monóxido de carbono es un gas altamente peligroso, ya que se trata de un gas inodoro e incoloro de elevada toxicidad. Con sólo 200 ppm -lo que corresponde al 0,02 % en volumen- se observan síntomas de envenenamiento y con concentraciones del orden de las 500 ppm se producen mareos, náuseas e incluso inconsciencia.

Por ello es de la máxima importancia controlar el monóxido de carbono en el medio ambiente, encontrándose fijadas en las normas de seguridad e higiene concentraciones muy bajas para locales con permanencia de personal durante 8 horas y que son las siguientes:

- 50 ppm - CPP (España)
- 50 ppm - TLV (EE:UU)
- 30 ppm - MAK (R.F. de Alemania)

### **2.7.1. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA**

En cada punto de toma de gas está dispuesto un filtro (1) para evitar la entrada de suciedad en el sistema de detección. Este filtro va unido, por medio de una conducción apropiada (generalmente tubo), directamente al equipo sensor en el caso de una sola toma o por medio de válvulas de conmutación (2) en el caso de varias tomas. Dichas válvulas se encargan de conectar consecutivamente los puntos de toma al sensor, asegurándose al mismo tiempo la aspiración del gas de aquella toma que no se encuentran conectadas. La aspiración va a cargo de las bombas de aspiración (3a) y (3b). El caudal de paso por el sensor se comprueba mediante el rotámetro (4).



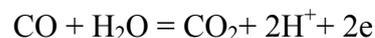
**Figura 35. Sistema de detección de monóxido de carbono.**

El filtro (5) lleva a cabo la homogeneización del gas que seguidamente entra en el sensor (6). Si se presenta una concentración de CO en el aire aspirado, se genera una señal eléctrica que se digitaliza y procesa en el microordenador (7), indicando la concentración correspondiente en el display (8). Las maniobras se realizan por medio de los relés de salida (9).

### 2.7.2. SENSOR

El sensor electroquímico es el elemento que convierte la reacción química causada por el monóxido de carbono en señal eléctrica.

La conversión se realiza según la ecuación:



El proceso de la oxidación en el sensor, se desarrolla de la forma siguiente: el aire a muestrear se difunde a través de una membrana permeable por el interior de la célula, donde se encuentra con el ánodo recubierto de catalizador, el electrodo de referencia y el cátodo, todos ellos unidos entre sí por un electrolito.

En presencia de CO se genera una corriente por el cátodo que es proporcional al contenido de CO en el aire a analizar, la que, una vez ampliada y digitalizada, se procesa en el microordenador reflejando el valor de concentración en el display en ppm de CO.

## 2.8. EXTRACCIÓN DE GARAJES

El sistema de ventilación de un aparcamiento tiene como objetivo, en primer lugar, garantizar que no se acumulará monóxido de carbono en concentraciones peligrosas en ningún punto del aparcamiento.

En segundo lugar, garantizar la evacuación de humos que puedan generarse en caso de incendio. Además, con la ventilación se mantendrá el resto de contaminantes emitidos por los automóviles en unos niveles mínimos.

### 2.8.1. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

La ventilación mecánica debe realizarse por depresión y puede efectuarse mediante extracción mecánica o bien extracción e impulsión mecánica.

En el documento básico de salubridad el caudal de ventilación mínimo exigido es de 120l/s (432m<sup>3</sup>/h) para cada una de las plazas del parking.

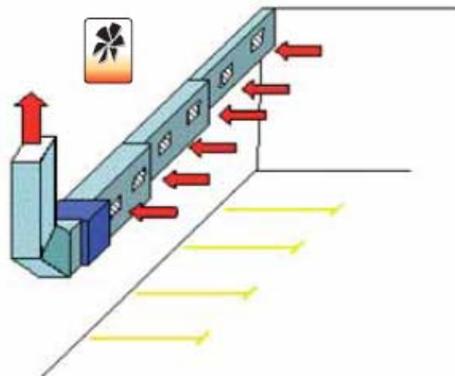
El número de redes de extracción será en función del número de plazas, como se indica en la tabla a continuación. Cada una de las redes de conductos dispondrá de un extractor.

Plazas de parking (P)	Redes de conductos
<15	1
15-P-80	2
P>80	1 + Entero (P/40)

Los garajes dispondrán de una abertura de extracción y una de admisión por cada 100 m<sup>2</sup> de superficie útil. La distancia entre las aberturas de extracción más cercana deberá ser inferior a 10m.

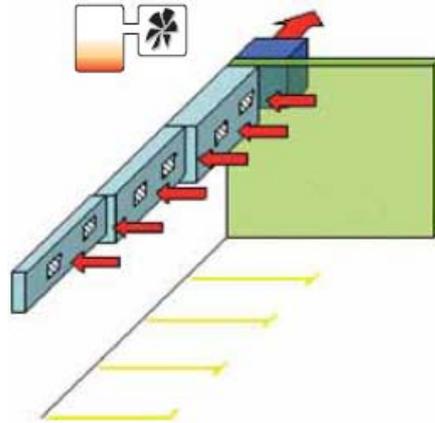
Existen dos tipologías básicas de ventiladores homologados:

- Inmersos en la zona de riesgo.



**Figura 36. Ventilador inmerso**

- Exteriores.



**Figura 37. Ventilador exterior**

## **2.9. PUESTA A TIERRA**

La importancia de entender el comportamiento de la electricidad y cuáles son sus aplicaciones, hoy en día es un hecho que todas las personas se ven involucradas de cualquier modo con electricidad tanto en sus casas como en el trabajo.

Nos enfocaremos solo a una parte muy importante de las protecciones de electricidad como son las protecciones de puesta a tierra. Como veremos más adelante existen normas que regulan la importancia de la puesta a tierra y tienen por misión entregar parámetros a los usuarios para asegurar una buena puesta a tierra.

Sabiendo la importancia de la puesta a tierra de protección y de servicio, es que ha existido la importancia de mejorar las puestas a tierra debido que influye mucho las condiciones climáticas, y en todo momento se entiende que una puesta a tierra varía tanto por aspectos del terreno y las condiciones propia que constituyen un problema para medir y obtener una buena puesta a tierra. Esto es por nombrar algunas condiciones de dificultad que se encuentra en la realidad. Debido a lo antes mencionado es que surge la necesidad de crear mejores puestas a tierra y mejores instrumentos que midan la tierra en donde se va a instalar una puesta a tierra.

### **Objetivos del sistema de puesta a tierra:**

- Habilitar la conexión a tierra en sistemas con neutro a tierra.
- Proporcionar el punto de descarga para las carcasas, armazón o instalaciones.
- Asegurar que las partes sin corriente, tales como armazones de los equipos, estén siempre a potencial de tierra, aun en el caso de fallar en el aislamiento.
- Proporcionar un medio eficaz de descargar los alimentadores o equipos antes de proceder en ellos a trabajos de mantenimiento.

Una eficiente conexión a tierra tiene mucha importancia por ser responsable de la preservación de la vida humana, maquinarias, aparatos y líneas de gran valor. Muy importante es insistir y exigir a una instalación a tierra, eficaz y adecuada a su servicio para seguridad, buen trabajo y preservación. Al estudiar una instalación a tierra es necesario conocer las características de la



línea, la intensidad y tensión a la que pueda ser usada. Conocer el funcionamiento de los electrodos en sus resistencias al paso de la corriente eléctrica.

### **Diferencias entre la conexión de tierra y neutro**

Un error común en la conexión de un equipo o en la transmisión de tensión en un conducto es la confusión entre tierra (GND) y neutro (N). Aunque idealmente estos dos terminan conectados en algún punto a tierra, la función de cada uno es muy distinta. El cable de neutro es el encargado de la transmisión de corriente y el conductor de tierra es una seguridad primaria de los equipos contra el shock eléctrico. Identificarlos como si cumplieran la misma función sería anular la seguridad de tierra contra el shock eléctrico.

En el hipotético caso se tome el neutro y tierra como la misma cosa, cuando el cable de tierra se corte o interrumpa, la carcasa de los equipos que estén conectados a esta tierra-neutro tendrá el potencial de línea y así toda persona o ser que tenga contacto con ello estará expuesta a una descarga eléctrica.

### **Partes que comprenden las puestas a tierra.**

Todo sistema de puesta a tierra constará de las siguientes partes:

- Tomas a tierra.
- Líneas principales de tierra.
- Derivaciones de las líneas principales de tierra.
- Conductores de protección.

#### **2.9.1. TOMAS DE TIERRA**

Las tomas de tierra estarán constituidas por los elementos siguientes:

Electrodo:

Es una masa metálica, permanentemente en buen contacto con el terreno, para facilitar el paso a éste de las corrientes de defecto que puedan presentarse o la carga eléctrica que tenga o pueda tener.

Línea de enlace con tierra:

Está formada por los conductores que unen el electrodo o conjunto de electrodos con el punto de puesta a tierra.

Punto de puesta a tierra:

Es un punto situado fuera del suelo que sirve de unión entre la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra.

#### **2.9.2. LÍNEAS PRINCIPALES DE TIERRA**

Las Líneas principales de tierra estarán formadas por conductores que partirán del punto de puesta a tierra y a las cuales estarán conectadas las derivaciones necesarias para la puesta a tierra de las masas generalmente a través de los conductores de protección



### 2.9.3. DERIVACIONES DE LAS LÍNEAS PRINCIPALES DE TIERRA

Las derivaciones de las líneas de tierra estarán constituidas por conductores que unirán la línea principal de tierra con los conductores de protección o directamente con las masas.

### 2.9.4. CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

En el circuito de puesta a tierra, los conductores de protección unirán las masas a la línea principal de tierra.

En otros casos reciben igualmente el nombre de conductores de protección, aquellos conductores que unen las masas:

- Al neutro de la red;
- A otras masas;
- A elementos metálicos distintos de las masas;
- A un relé de protección.

### Tipos de instalaciones de puesta a tierra.

En el sistema de puesta a tierra se pueden distinguir las tierras de protección y las tierras de servicio. Esta clasificación obedece a los distintos elementos que han de conectarse a cada una de ellas de este modo:

- A las tierras de protección se conectarán las masas metálicas que normalmente no están sometidas a tensión, pero que puedan estarlo en caso de avería y además se conectarán los limitadores de tensión.
- En la tierra de servicio se conectará el neutro del transformador de potencia, los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida, los limitadores, descargadores para la eliminación de sobretensiones o descargas atmosféricas y los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.

### 2.10. PARARRAYOS

En condiciones normales, existe en la atmósfera un equilibrio entre las cargas positivas y negativas, en el que la tierra está cargada más negativamente que el aire y los elementos situados sobre el suelo.

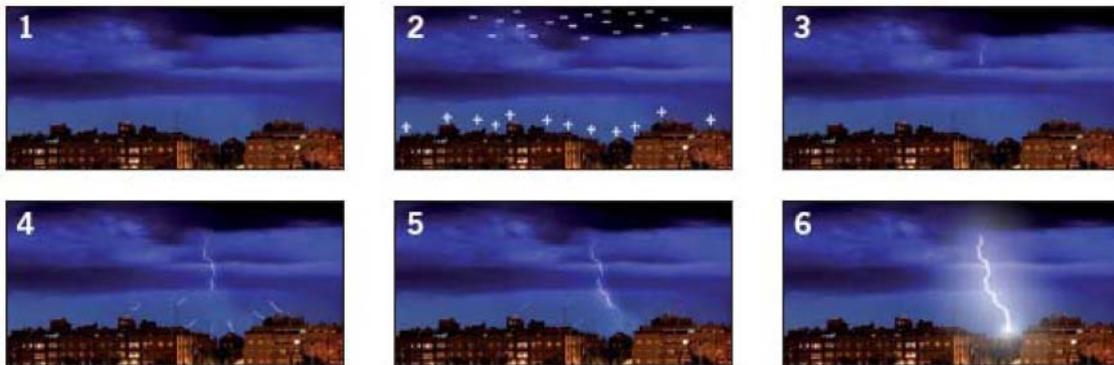
Pero al formarse las nubes de tormenta se produce una polarización de las cargas: en la mayoría de los casos, la parte baja de las nubes queda cargada negativamente induciendo una carga positiva en la tierra y los elementos situados sobre ella, formándose en la atmósfera un campo eléctrico que llega a alcanzar decenas de kilovoltios.



Esta carga positiva se manifiesta especialmente en objetos metálicos, elementos terminados en punta y objetos con una buena conexión a tierra, incluyendo los árboles.

Cuando el campo eléctrico es suficientemente intenso, la nube comienza a descargarse hacia tierra. El camino que forma esta descarga se denomina trazador descendente y produce una variación muy brusca del campo eléctrico, que afecta a las cargas positivas de los objetos situados sobre el suelo, produciéndose el denominado efecto corona.

Uno de estos objetos será el que forme el trazador ascendente, que irá a encontrarse con el trazador descendente, quedando así ya formado el camino de la descarga entre la nube y tierra. Éste será el objeto que recibirá el impacto del rayo. Toda la carga de la nube buscará el camino más directo hacia tierra, camino que, si no está controlado, puede causar graves daños.



### **Efectos destructivos del rayo**

Efectos eléctricos: destrucción de equipos. Elevación del potencial de tierra y generación de sobretensiones que pueden dañar los equipos conectados a la red eléctrica.

Efectos electrodinámicos: daños en edificios. Deformaciones y roturas en la estructura por las fuerzas generadas por el elevado campo magnético que se produce.

Efectos térmicos: incendios. La disipación de calor por efecto Joule puede llegar a provocar incendios.

Efectos sobre las personas y animales: electrocuciones y quemaduras. El paso de una corriente de una cierta intensidad durante un corto plazo de tiempo es suficiente para provocar riesgo de electrocución por paro cardíaco o respiratorio. A esto se añaden los peligros de quemaduras.

Efectos de inducción: dentro de un campo electromagnético variable, todo conductor sufre el paso de corrientes inducidas. Si estos conductores llegan a equipos electrónicos o informáticos pueden llegar a producir daños irreversibles.

Todos estos efectos tienen como consecuencia importantes pérdidas económicas debidas a los daños en los edificios y equipos por impacto directo o por incendios causados por una descarga. También puede tener costes muy elevados la interrupción de servicio, la parada de línea en procesos de fabricación y el arranque y parada de maquinaria en ciertos sectores si los equipos de control se ven afectados por los efectos destructivos del rayo.

## Calculo del riesgo de impacto de rayo

En las normas de protección contra el rayo se definen procedimientos a seguir para calcular el índice de riesgo de una estructura y, de acuerdo con el resultado obtenido, determinar la necesidad de instalar un sistema de protección contra el rayo y el grado de seguridad de éste (Nivel de Protección).

En general, en el cálculo del índice de riesgo se compara la frecuencia de rayos esperada con la probabilidad que se considera asumible de caída de rayos sobre la estructura. La relación entre ambos parámetros indica la necesidad o no de instalar un sistema de protección contra el rayo, y el cual debe ser su grado de seguridad.

Este valor depende de diversos factores tabulados, como el tipo de estructura y su contenido, aunque en ocasiones pueda tenerse en cuenta otras consideraciones que lleven a mejorar el nivel de protección, aumentando la eficacia del sistema de protección contra el rayo por encima de los resultados del cálculo del índice de riesgo.

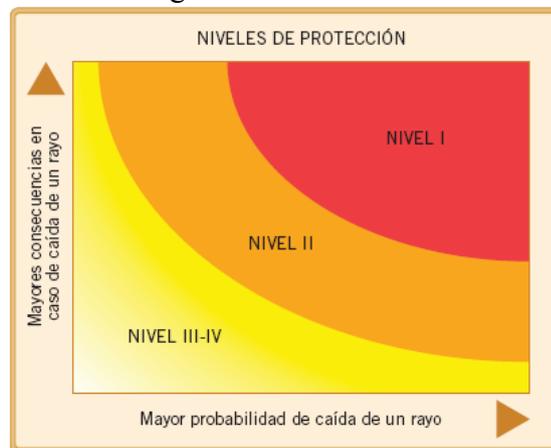


Figura 38. Niveles de protección

## 2.11. CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN

### 2.11.1. INTRODUCCIÓN

La sigla CCTV viene del inglés "Closed Circuit Television" que traduce circuito cerrado de televisión. El objetivo de este sistema es la supervisión, el control y el eventual registro de la actividad física dentro de un local, predio o ambiente en general. Se denomina circuito cerrado porque, a diferencia de la televisión tradicional, este solo permite un acceso limitado y restringido del contenido de las imágenes a algunos usuarios.

El sistema puede estar compuesto de una o varias cámaras de vigilancia, conectadas a uno o más monitores o televisores, los cuales reproducen las imágenes capturadas, estas imágenes pueden ser, simultáneamente, almacenadas en medios analógicos o digitales, según lo requiera el usuario.

Los componentes de este circuito pueden ser entonces: cámaras, conmutadores matriciales análogos, grabadores digitales (Digital Video Recorder: DVR) o matrices de video (Video Matrix: VMX).

La selección del protocolo de comunicación entre los componentes del CCTV y del medio sobre el cual se transmite debe ajustarse a las necesidades de la aplicación, garantizando así que la



inversión se ajuste a lo que en realidad se necesita, es decir, diseñar el sistema acorde a los parámetros de tipo y distancia de la comunicación.

### 2.11.2. DESCRIPCIÓN GENERAL

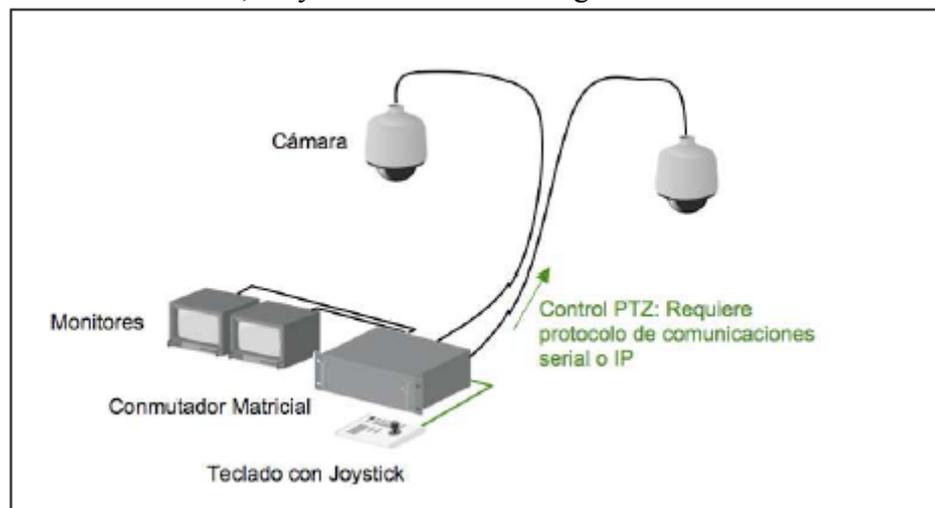
Es necesario comenzar estudiando los diferentes tipos comunicación y medios que se pueden presentar en un CCTV.

#### Monitoreo

Transmisión de las imágenes desde la cámara hacia el componente del circuito al cual está conectada y de este último al monitor. Si la aplicación solo requiere una cámara se puede realizar una única conexión analógica entre la cámara y el monitor que sería la opción más económica y el más pequeño de los circuitos (composición básica de un sistema).

#### Control

Una vez el controlador del CCTV visualiza las imágenes que le llegan de la cámara decide realizar control sobre ella, hará un PTZ: Pan+Tilt+Zoom (Enfocar+Inclinar+Acercar) y requiere de un protocolo para transmitir estas órdenes a la cámara. Este protocolo puede ser propietario del fabricante de la cámara, sobre un estándar serial o uno de uso libre como el protocolo de Internet: TCP/IP, tal y como lo ilustra la figura.



**Figura 39. Monitoreo y control en un CCTV**

Adicionalmente el CCTV puede interactuar con otros sistemas, por ejemplo, cuando ocurre algún suceso delante de la cámara, el sistema se pone en estado de alerta; a su vez esto puede accionar otros sistemas como sirenas u otros tipos de anuncio para disuadir al invasor.

El conmutador matricial permite a varios usuarios ejercer control sobre las cámaras conectadas a él, permitiendo así que el sistema sea escalable, pues pueden aumentar los usuarios que interactúan con cada cámara sin necesidad de cambiar la arquitectura de la red. Estos conmutadores se hacen muy útiles para circuitos que tienen un número de 16 cámaras o más.

La grabación digital cuenta con la gran ventaja de que la calidad de las imágenes almacenadas no se deteriora con el tiempo, pudiendo realizar una revisión de las mismas de forma excelente, aún luego de pasados algunos años.

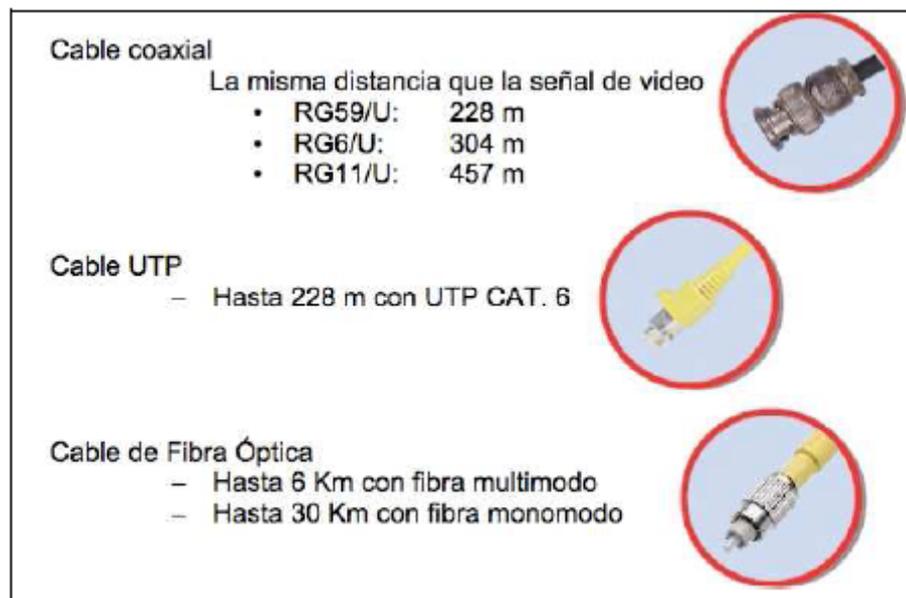
El uso de CCTV ha ido creciendo extraordinariamente en estos últimos años gracias a su excelente calidad de imagen, rápido acceso a la información, a los automatismos de respuesta (detección de movimiento, disparo de alarmas, interconexión con sensores o con otros sistemas de seguridad) y al crecimiento en la tecnología de las redes comunicaciones, alimentado en gran parte por Internet.

### 2.11.3. COMUNICACIÓN EN CCTV

La distancia de la comunicación es un parámetro que define el cable a utilizar como medio de transmisión de las imágenes.

#### Medios de comunicación

En la figura, se resumen los tipos de cable según las distancias que en cada caso se recomienda utilizar.

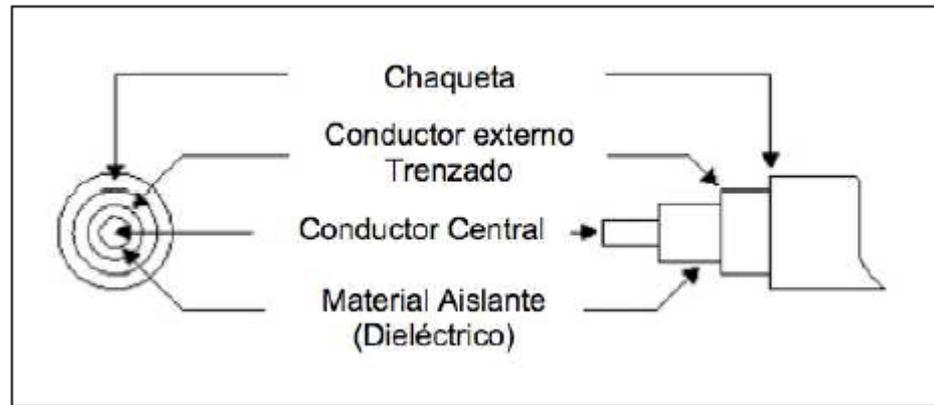


**Figura 40. Medios usados para CCTV**

En la actualidad el tipo de cable coaxial es el más usado en el mundo para instalaciones de sistemas de CCTV, pues es el más económico, confiable, y conveniente, permitiendo de manera fácil la transmisión de imágenes electrónicas. Sin embargo el de mayor crecimiento en instalaciones nuevas es el cable UTP, pues Internet esta propulsando el crecimiento de redes de cableado estructurado que usan este tipo de cable y sobre las cuales también se puede comunicar el CCTV, a continuación se presenta un resumen de estos dos medios:

#### Cable Coaxial

Construcción del cable coaxial: Los tipos de cables coaxiales RG59/U, RG6/U y RG11/U, son circulares, cada cable tiene un conductor central rodeado de un material aislante dieléctrico, que a su vez está recubierto por una lamina de conductor trenzado para proteger contra el ruido, así como las interferencias electromagnéticas (EMI: ElectroMagnetic Interference) y una cobertura exterior de protección mecánica conocida como chaqueta. Esta construcción del cable se observa en la figura.



**Figura 41. Construcción del cable coaxial**

El conductor central puede ser de calibre AWG#14 hasta AWG#22 y para aplicaciones de CCTV debe ser de cobre sólido.

El cable de video coaxial está diseñado para transmitir energía desde una fuente de 75 ohmios, hasta una carga con la misma impedancia garantizando una pérdida de señal mínima. Cuando se usa cable inapropiado se presentarán pérdidas excesivas y reflexión en el sistema.

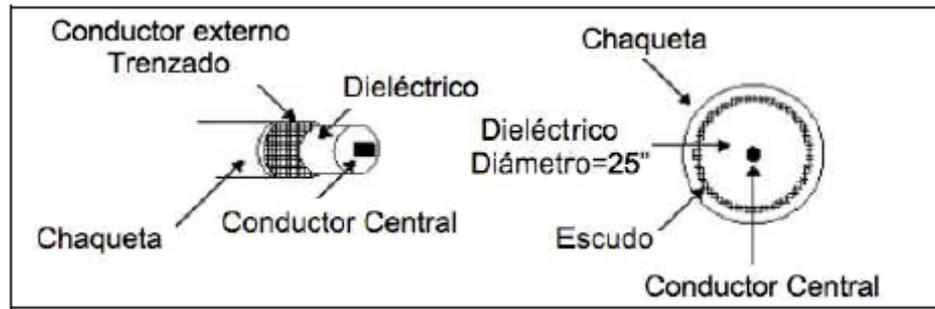
Para distancias cortas (hasta 228 m) se recomienda usar cable RG59/U que tenga conductor central AWG#22, una resistencia DC de 16 ohmios/304m. Distancias superiores a 228m y hasta 304 m se recomienda cable RG59/U pues el conductor central de este último es AWG#18 y presenta una resistencia DC de 8 ohmios/304m, lo cual le permite alcanzar una distancia más lejana de transmisión que el RG59/U.

El cable RG11/U excede las capacidades de distancia de transmisión respecto a los dos anteriores, el cable central puede variar entre AWG#14 y AWG#18 con una resistencia de 3 a 8 ohm/304m.

Se debe garantizar que a lo largo y ancho del CCTV la impedancia sea igual a 75 ohmios o cuando menos 72 ohmios y así prevenir distorsión de la señal. Así pues al final de cada tendido de cable debe instalar un terminador de 75 ohmios.

El aislamiento de polietileno celular o espuma debilita menos la señal que aquellos cables con aislamiento en polietileno sólido. Las espumas dieléctricas le dan una gran flexibilidad al cable facilitando su instalación, sin embargo tienen la desventaja de absorber humedad, cambiándole las características eléctricas al cable.

La lámina trenzada de conductor actúa como segundo conductor o conexión de tierra entre la cámara y el monitor. También actúa como escudo protector contra señales no deseadas en la transmisión conocida como interferencia o EMI, en la figura, se muestra una vista transversal de un cable coaxial.



**Figura 42. Vista en corte transversal del cable coaxial**

La cantidad de hilos en el conductor trenzado o “escudo” determina que tanta interferencia queda afuera. En el mercado Colombiano se comercializa cable al 90% de cubrimiento, este tipo de cable es el adecuado para aplicaciones de CCTV. Cables con pantalla de aluminio no son apropiados para CCTV.

La chaqueta externa está construida comúnmente de PVC y se consigue en diferentes colores como negro, blanco o gris. Gracias a esta chaqueta el cable puede utilizarse en aplicaciones tanto internas como externas.

### **Cable UTP**

El cable de cobre en par trenzado sin apantallar (Unshielded Twisted Pair - UTP) que se utiliza en instalaciones certificadas CAT6 es de 4 pares de cobre calibre 24 AWG. El forro del cable UTP es continuo, sin porosidades u otras imperfecciones y con especificación de su cubierta o chaqueta en PVC (de acuerdo a la norma NFC 32062, con propiedades retardantes a la flama de acuerdo a IEC 60332-1 2.1.).

El cable es de construcción tubular en su apariencia externa (redondo).

Usualmente los pares están separados entre sí por una barrera física continua y en forma de cruz. Las características normales de este cable son:

- Impedancia característica deberá ser de 100+/-15% Ohmios.
- Tensión máxima de instalación igual a 120 N.
- Cumple mínimo con los siguientes rangos de temperatura: Para la instalación entre 0 °C y +50 °C y para operación entre -20 °C y +80 °C.
- El forro del cable tiene impreso: nombre del fabricante, tipo de cable, número de pares, tipo de listado, y las marcas de mediciones secuenciales para verificación visual de longitudes (deberá estar en Metros).
- El parámetro de certificación NEXT debe ser mayor en 3 dB que el PSNEXT.
- El cable permite en su instalación al menos un radio mínimo de curvatura de 55 mm a una temperatura de aproximadamente 0 °C sin ocasionar deterioro en forro o aislantes.
- Tiene certificación de cumplimiento con las normas ISO 11801 2ª Edición, EN50173-1 2 Edición, y ANSI TIA/EIA 568 2.1.



El código de colores de pares es el siguiente:

Par 1: Azul-Blanco/con una franja azul en el conductor blanco.

Par 2: Anaranjado-Blanco/con una franja anaranjada en el conductor blanco.

Par 3: Verde-Blanco/ con una franja verde en el conductor blanco.

Par 4: Marrón-Blanco/ con una franja marrón en el conductor blanco.

Si el usuario del circuito instalara una Categoría de cableado estructurado superior a la 6 usara cable blindado (FTP: Foiled Twisted Pair) entonces tendrá una comunicación completamente aislada de interferencias (EMI).

No se tratara en detalla la fibra óptica pues son muy escasas y muy costosas las aplicaciones de CCTV que utilizan este tipo de cable.

#### **2.11.4. PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN**

##### **Comunicación Análoga**

Uno de los protocolos más usados en el mundo que se transporta sobre cable coaxial, UTP o fibra óptica es el Coaxitron que es propietario de uno de los fabricantes de cámaras, sobre la misma señal que transporta las imágenes se envía la señal de control PTZ. Con este protocolo se pueden manejar distancias de hasta 300 metros.

En esta comunicación todos los componentes del CCTV son análogos, las cámaras, los conmutadores matriciales, los monitores y los grabadores digitales.

Existen interfaces que permiten que las imágenes viajen a otros protocolos

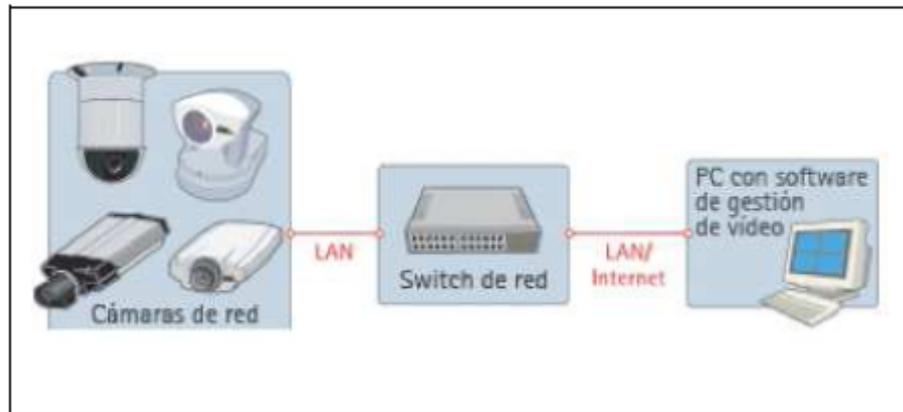
##### **Comunicación serial**

Se puede utilizar la comunicación mediante la interfaz RS-422 para transmisión simétrica y la norma EIA/TIA- 530, con alcances hasta 1340m.

##### **Comunicación Ethernet**

El vídeo IP es un sistema que ofrece a los usuarios la posibilidad de controlar y grabar en vídeo a través de una red IP (LAN/WAN/Internet).

A diferencia de los sistemas de vídeo analógicos, el vídeo IP no requiere cableado punto a punto dedicado y utiliza la red como eje central para transportar la información. El término vídeo IP hace referencia tanto a las fuentes de vídeo como de audio disponibles a través del sistema. En una aplicación de vídeo en red, las secuencias de vídeo digitalizado se transmiten a cualquier punto del mundo a través de una red IP con cables o inalámbrica, permitiendo el monitoreo y la grabación por vídeo desde cualquier lugar de la red., tal como se muestra en la figura.



**Figura 43. Circuito CCTV a través de red Ethernet**

Los principales sectores donde los sistemas de vídeo IP han tenido gran acogida son:

- a. Educación: El monitoreo remoto y la seguridad de zonas de recreo, pasillos, aulas y entradas en escuelas, así como la seguridad de los propios edificios.
- b. Transporte: El monitoreo de estaciones de tren, vías, autopistas y aeropuertos.
- c. Banca: Aplicaciones tradicionales de seguridad en bancos principales, sucursales y oficinas.
- d. Gobierno: Vigilancia con el propósito de proporcionar entornos públicos seguros. Esto también incluye al caso de aplicaciones especiales como cárceles.
- e. Comercios minoristas: Monitoreo remoto y seguridad, para facilitar y hacer más eficaz la gestión de los comercios.
- f. Industrial: Controlar los procesos de fabricación, los sistemas de logística y los sistemas de control de existencias y centros de distribución.
- g. Entretenimiento: Vigilancia en centros de recreación y casinos.

La vigilancia con IP, es una tecnología eficaz con la que puede obtener toda la funcionalidad de un sistema analógico, disponiendo además de las numerosas funciones y beneficios adicionales que ofrece la tecnología digital. A continuación se resumen sus principales ventajas:

Acceso al vídeo en vivo en cualquier momento y desde cualquier lugar. Puede acceder al vídeo en tiempo real en cualquier momento desde cualquier ordenador, esté donde esté. El vídeo puede almacenarse en ubicaciones remotas, por motivos de comodidad o seguridad, y la información puede transmitirse a través de la red LAN o de Internet. Esto significa que incluso empresas con establecimientos pequeños y dispersos pueden hacer un uso eficaz de la solución de vigilancia IP en aplicaciones de seguridad o supervisión a distancia.

Las cámaras pueden colocarse prácticamente en cualquier lugar. No están enlazadas a entradas físicas ni a digitalizadores de vídeo, y pueden conectarse a una conexión LAN, xDSL, módem o inalámbrica o a un teléfono móvil.

Para ampliar una solución de vídeo sobre red basta con añadir las cámaras una a una, haciendo el proceso más rápido, normalmente sólo se tardan unos minutos en sacar el producto de la caja, conectarlo y empezar a enviar imágenes a través de la red. Un sistema grande puede emplear más de 2.000 cámaras.

El vídeo sobre red es muy rentable, por muchos motivos: la infraestructura de cable existente y los equipos informáticos normales pueden reutilizarse, por lo que la inversión inicial es reducida. Además, al disminuir el número de equipos necesarios, se recorta el coste de



mantenimiento. En una solución de vídeo sobre red, hay menos equipos que mantener que en un sistema analógico tradicional y, por tanto, menos componentes susceptibles de desgaste. Las imágenes se almacenan en discos duros informáticos, que son una solución más práctica y económica que las cintas de vídeo.

La tecnología digital está cada día más extendida, y sustituye progresivamente a las soluciones analógicas. Con los productos de vigilancia IP de tecnología digital, la inversión que realice hoy le proporcionará beneficios a largo plazo.

Además, las soluciones IP emplean estándares y protocolos abiertos, de forma que el sistema pueda migrar fácilmente a entornos y soluciones nuevas y mejoradas.

### **3. DATOS DE PARTIDA**

La Sociedad NEMA reforma el edificio situado en la calle Moratín, 52 (Madrid) para uso de HOTEL de 4 estrellas, dotándolo de las instalaciones y equipamiento de seguridad conforme a la legislación vigente y al PLIEGO DE BASES “TECHNICAL STANDARDS FOR DESIGN & CONSTRUCTION” emitido por RADISSON SAS HOTEL & RESORTS.

### **4. OBJETO**

El fin del conjunto de las instalaciones y medidas de seguridad previstas es reducir las posibilidades de iniciación del incendio, proteger a sus ocupantes frente a los riesgos originados por el fuego, salvaguardar los bienes materiales propios del edificio y facilitar la intervención de los bomberos y equipos de rescate teniendo en cuenta su seguridad.

Para satisfacer este objetivo se dispondrán los medios de evacuación y los equipos e instalaciones adecuados para hacer posible la detección, el control y la extinción del incendio, así como la transmisión de la alarma a los ocupantes y facilitar la intervención de los equipos de rescate y de extinción de incendios.

Para conseguir el máximo de eficacia el sistema de protección contra incendios se integrará y coordinará con el resto de sistemas disponibles en el edificio, entre los que cabe destacar los siguientes:

- Sistema de gestión centralizada para realizar la parada de los equipos de aire y ventilación.
- Sistema de control de humos y presurización de escaleras.
- Sistema de megafonía de emergencia para la evacuación controlada.
- Sistema de seguridad y control de accesos.
- Ascensores de emergencia.



## 5. ALCANCE

Están dentro del alcance de este Proyecto Básico la determinación de las Condiciones de Seguridad para el Edificio y Recintos Especiales específicamente indicadas en el punto 5, así como de los materiales sujetos a marca de conformidad indicados en el punto 7.

No forma parte de este capítulo por ser objeto de otros documentos:

- El cálculo de la ocupación,
- La compartimentación,
- El cálculo del control de humos,
- El cálculo de la chimenea,

Igualmente exigibles y determinados en los Reglamentos y normativas citados en el punto 4.

Los cálculos de las instalaciones, condiciones de montaje y de sus materiales, componentes y equipos, pruebas de recepción y puesta en servicio serán determinados en el Proyecto de Ejecución a realizar posteriormente.

## 6. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EDIFICIO

El HOTEL RADISSON es un edificio a reformar destinado a alojamiento temporal de personas, con servicios comunes de limpieza, comedor, lavandería, locales de reuniones y ocio.

Se proyecta sobre una superficie total construida aproximada de 4000 m<sup>2</sup> con una planta semisótano y cinco plantas sobre rasante. La altura máxima de evacuación descendente prevista es de **16,13 m (Planta 4)**. En la cubierta se habilitará una zona protegida para las instalaciones generales del edificio.



Las plantas y usos principales previstos serán los siguientes:

PLANTA	SUPERFICIE	USOS
PL SEMISOT	675 m <sup>2</sup>	Cuartos de instalaciones técnicas. Cuarto de mantenimiento. Instalaciones. Cuarto de bombas CI. Aljibe reserva de agua CI. Almacén hotel. Almacén. Lavandería. Vestuarios H y M. Administración. Area de Gimnasio, vestuario, masaje y baño. Area de piscina. Cuarto de bomba de piscina. Almacén SPA. Cuarto de basura. Zonas comunes: escaleras, pasillos, ascensores y montacargas.
PL BAJA	675 m <sup>2</sup>	Recepción clientes. Back office. Equipajes. Cocina. Buffet. Comedor. Bar. Sala de reuniones 1. Sala de reuniones 2. Aseos. Ascensores y montacargas. Cuarto de acometidas.
PL PRIMERA	675 m <sup>2</sup>	14 Habitaciones dobles. 1 Habitación King. Zonas comunes: escaleras, pasillos, ascensores y montacargas.
PL SEGUNDA	675 m <sup>2</sup>	14 Habitaciones dobles. 1 Habitación King. Zonas comunes: escaleras, pasillos, ascensores y montacargas.
PL TERCERA	675 m <sup>2</sup>	14 Habitaciones dobles. 1 Habitación King. Zonas comunes: escaleras, pasillos, ascensores y montacargas.
PL CUARTA	675 m <sup>2</sup>	14 Habitaciones dobles. 1 Habitación King. Zonas comunes: escaleras, pasillos, ascensores y montacargas.
CUBIERTA	Pendiente	Casetones de maquinaria de aparatos elevadores. Casetones de instalaciones.

Dos de sus fachadas son accesibles con viales de aproximación adecuados para los vehículos del Cuerpo de Bomberos. Estos viales deberán estar libres de arbolado, mobiliario urbano, jardines, mojones u otros obstáculos que dificulten las posibilidades de accesibilidad. De igual forma se evitarán elementos tales como cables eléctricos o ramas de árboles que puedan interferir con las escaleras o plataformas.



## **6.1. LOCALES Y ZONAS DE RIESGO ESPECIAL**

Los locales y zonas de RIESGO ESPECIAL previstos en el edificio serán:

### A) RIESGO ESPECIAL ALTO

- Cocina con potencia > 50 Kw.

### B) RIESGO ESPECIAL BAJO

- Maquinaria de ascensores.
- Custodia de equipajes.
- Cuartos de instalaciones.
- Cuarto de basura.

## **7. REGLAMENTACIÓN Y NORMATIVA**

El CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN. RD 314/2006 de 17 marzo de 2006 establece las reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de seguridad en la edificación.

Los requisitos básicos de seguridad que garantizan el cumplimiento de las exigencias básicas se establecen en:

- Documento Básico DB SI Seguridad en caso de Incendio.
- Documento Básico DB SU Seguridad de Utilización.
- Documento Básico DB HS Salubridad.

Todos los aparatos, equipos e instalaciones de protección contra incendios así como sus partes o componentes, la ejecución, puesta en funcionamiento y el mantenimiento de las mismas cumplirán lo establecido en el REGLAMENTO DE INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS Real Decreto 1942/1993 de 5 de noviembre, en sus disposiciones complementarias y en cualquier reglamentación específica que le sea de aplicación.

El diseño y cálculo de las instalaciones se realizará de acuerdo con las normas UNE españolas o EN europeas aplicables:

- Normas UNE 23007/1 a 14 Sistemas de detección y alarma de incendios.
- Normas UNE 23110 Extintores portátiles de incendios.
- Normas UNE 23035 1 a 4 Señalización foto luminiscente.
- Normas UNE 23405, 23406 y 23407 Hidratantes exteriores.
- Normas UNE 23500 Sistema de abastecimiento de agua contra incendios.
- Normas UNE-EN 672-1 y 2 Bocas de incendio equipadas (BIE).
- Normas UNE 23590 Sistemas de rociadores automáticos

Todos los aparatos, equipos e instalaciones eléctricas así como sus partes o componentes, la ejecución, puesta en funcionamiento y el mantenimiento de las mismas cumplirán lo establecido en el REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN (REBT) Real Decreto



842/2002 de 2 de agosto, en sus disposiciones complementarias y en cualquier reglamentación específica que le sea de aplicación.

El diseño y cálculo de las instalaciones se realizará de acuerdo con las normas UNE españolas o EN europeas aplicables:

- Normas UNE 21186 Protección de estructuras, edificaciones y zonas abiertas mediante pararrayos con dispositivo de cebado.

## **8. CONDICIONES DE SEGURIDAD CONTEMPLADAS**

Los establecimientos destinados a alojamiento temporal de las personas, regentados por un titular diferente del conjunto de los usuarios, cumplirán las disposiciones de carácter general del CTE, los requisitos básicos establecidos en el DB SI para el **Uso Residencial Público** y los requisitos establecidos en el REBT para edificios de **Pública Concurrencia**.

Las zonas del establecimiento destinadas a otras actividades subsidiarias de la principal como bar, comedor, etc. Deberán cumplir las condiciones relativas a su uso.

Los equipos e instalaciones mínimas que se determinan de acuerdo con la exigencia básica **SI4-Detección, control y extinción del incendio**, contemplado en el proyecto las relacionadas a continuación.

- Extintores de incendio.
- Bocas de incendio equipadas.
- Sistema de detección y alarma de incendio.
- Hidrante exterior.
- Extinción automática en cocina.

Con carácter general y como complemento obligatorio de los sistemas relacionados anteriormente, se hará previsión de las medidas de seguridad adicionales siguientes:

- Señalización de las instalaciones de protección contra incendios de utilización manual.
- Retenedores en las Puertas RF situadas en los pasillos y vías de evacuación de uso frecuente.
- Control de CCF de los sistemas de aire.
- Sellado con productos certificados de todos los pasos de instalaciones que atraviesen elementos de compartimentación de incendios.

Las instalaciones que se determinan de acuerdo con la exigencia de la **ITC-BT-28 Instalaciones en locales de pública concurrencia**, observando en el proyecto las referidas a continuación.

- Suministro complementario o de seguridad.
- Alumbrado de emergencia.

Siguiendo criterios del Pliego de Radisson SAS HOTELS & RESORTS se dispondrá un sistema de sprinklers automáticos en la totalidad del hotel para control y extinción del incendio.



Para suministrar a las instalaciones de Protección contra incendios que lo requieran se hará previsión de un abastecimiento de agua formado por aljibe y grupo de presión de uso exclusivo, capaz de alimentar con caudal y presión suficientes a todas las instalaciones que deban funcionar simultáneamente durante el tiempo de autonomía requerido.

## 9. CRITERIOS BÁSICOS DE DISEÑO

### 9.1. DETECCIÓN Y ALARMA

El sistema de detección tendrá como objetivo avisar con rapidez y eficacia del conato de incendio y será inmune a los fenómenos perturbadores facilitando su conservación y mantenimiento. Una vez confirmada la alarma se controlarán los elementos asociados de aviso mediante señalización óptico-acústica y de sectorización con el objetivo de evacuar con seguridad a los ocupantes, evitar la propagación del fuego y el humo y facilitar la intervención de los cuerpos de seguridad, bomberos y rescate.

La instalación estará formada por:

Central de incendios analógica microprocesada, fabricada conforme a la norma EN 54 partes 2 y 4, con capacidad para el control de todos los equipos y provista de transmisión de alarmas locales y de alarma general. Permitirá su interconexión con el sistema de megafonía para dar instrucciones verbales y opcionalmente la comunicación telefónica directa con el servicio de bomberos.

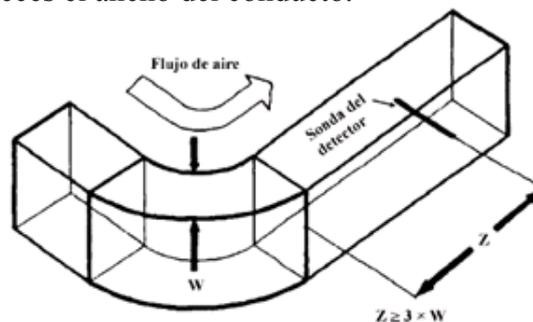
Detectores de incendio analógicos, situados en función de su tecnología de funcionamiento, en todo recinto incluido las habitaciones de alojamiento, pasillos, áreas comunes, zonas de ocio y de instalaciones.

Bases de conexión de los detectores, que podrán ser estándar o con aislador, con el objeto de minimizar los elementos que quedarían fuera de servicio en caso de avería por corte, derivación o cortocircuito del bucle de comunicación con la central.

Los detectores no estarán implantados en corrientes de aire procedentes de la climatización, y en lugares donde la temperatura ambiente sobrepase los 50 °C.

En los Climatizadores (UTAS) que disponen de retorno de aire de varios locales en plantas se instalarán detectores complementarios de humos del tipo conducto.

Los detectores de humos deberán instalarse en un tramo recto del conducto, a una distancia de la curva, como mínimo de 3 veces el ancho del conducto.



**Figura 44. Posición del detector en conductos de ventilación**



Pulsadores de alarma de incendios situados en los caminos de evacuación y próximos a salidas de emergencia.

Sirenas de alarma como sistema de aviso para evacuación de los ocupantes en caso de incendio. En las habitaciones donde puedan alojarse personas con discapacidad de oído los avisadores acústicos se complementarán con alarmas visuales.

Retenedores magnéticos situados en las puertas RF de uso frecuente situadas en las vías de evacuación. Estos equipos se asociarán al sistema de detección de incendios y su función principal será la de mantener las puertas abiertas cerrando en caso de alarma.

Módulos de señales técnicas o maniobra para activación de retenedores magnéticos, CCF, extinciones automáticas o bien para transmisión a la central de incendios de señales técnicas de interruptores de flujo, supervisión de válvulas, boyas de nivel de aljibes o estados del grupo CI.

#### **9.1.1. CRITERIOS DE DISEÑO**

Los criterios de diseño en cuanto al tipo de detector, su situación, cobertura, características y especificaciones se ajustarán a lo establecido en la Norma UNE 23.007- 14 y recomendaciones siguientes:

Se instalarán detectores de humo puntuales en todas las áreas y locales donde existan equipos y materiales capaces de iniciar y/o propagar un incendio, incluido los FALSOS TECHOS técnicos registrables de pasillos y en los conductos de retorno de aire del sistema de climatización.

En dependencias donde se realizan operaciones que impliquen una combustión tales como la cocina los detectores serán termovelocimétricos.

El área máxima cubierta será de **60 m<sup>2</sup>** para los detectores de humo y de **20 m<sup>2</sup>** para los detectores térmicos para alturas de techos hasta 6 m según Tablas A.1 y A.2 de la norma. En los pasillos y corredores los detectores serán de humo y se espaciarán un máximo de **9,90 m**.

La zona de 0,5 m que rodea a los detectores debe estar libre de toda instalación y almacenaje.

Los detectores no estarán implantados en corrientes de aire procedentes de la climatización, y en lugares donde la temperatura ambiente pueda sobrepasar los 50 °C.

Los pulsadores de alarma se situarán de modo que la distancia máxima a recorrer desde un punto hasta alcanzar un pulsador no supere los 25 m.

La Central de Detección dispondrá de sistema de alimentación principal y de emergencia (baterías) que garantice el funcionamiento en reposo como mínimo de 72 horas y de 30 minutos en caso de alarma, a justificar mediante cálculo del fabricante del sistema.



### **9.1.2. CRITERIOS DE INSTALACIÓN**

Se contemplarán en el proyecto las condiciones siguientes:

Todos los sensores de incendio serán ANALÓGICOS con algoritmos de procesamiento de las señales y direccionables individualmente. Serán de gran fiabilidad y estabilidad con alta resistencia a interferencias electromagnéticas, humedad, ensuciamiento y corrosión.

Los pulsadores manuales y sirenas serán direccionables.

Todos los equipos analógicos irán conectados en LAZOS DE DETECCIÓN\_CERRADOS para garantizar el funcionamiento del sistema en todo momento, con aisladores que desconecten el tramo de línea defectuosa en el caso de cortocircuito (DOBLE ALIMENTACIÓN DE LAZO).

En Recepción se situará la Estación de Trabajo (PC + SOFTWARE GRÁFICO + IMPRESORA) exclusiva para la gestión de la Protección contra Incendios del Edificio conectada a la central de incendios, capaz de anunciar en texto y gráficamente la condición de alarma y de avería de cualquier sensor y módulo de forma individual.

La integración con el sistema de gestión de climatización se realizará mediante señales NC-C-NA (1 por planta) para coordinar las acciones solicitadas y la parada de climatizadores y equipos de ventilación en caso de alarma de INCENDIO.

### **9.1.3. ZONAS NO PROTEGIDAS**

Los espacios no protegidos por detectores serán básicamente:

- Zona de la piscina interior.
- Aseos por estar contruidos con materiales no combustibles.
- Escaleras interiores que constituyan sector de incendio compartimentadas con resistencia al fuego y no contengan materias combustibles.
- Huecos de instalaciones compartimentados y conductos verticales sin material combustible.

### **9.1.4. TRANSMISIÓN DE SEÑALES TÉCNICAS**

Las señales técnicas que serán recogidas en la instalación de detección serán las siguientes:



### SALA DE BOMBAS CI:

- 1 Señal técnica de interruptor de flujo: Red de BIES.
- 1 Señal técnica de presostato: ALARMA ROCIADORES.
- 3 Señales técnicas de contactos finales de carrera de las válvulas de corte del Puesto de control de ROCIADORES.
- 1 Señal técnica de falta de presión de red.
- 5 Señales técnicas desde el cuadro de maniobra de la Bomba Principal Eléctrica y Jockey:

<b>Interruptor Bomba en NO AUTOMÁTICO</b>
<b>Falta de tensión en cuadro</b>
<b>Orden de arranque Bomba Eléctrica Principal</b>
<b>Bomba Eléctrica Principal en marcha</b>
<b>Avería general</b>

5 Señales técnicas desde el cuadro de maniobra de la Bomba Eléctrica de Reserva idénticas a las anteriores.

### PLANTAS:

- 1 Señal técnica de interruptor de flujo: ALARMA ROCIADORES.
- 1 Señal técnica de contacto final de carrera de la válvula de corte del Puesto de control local de ROCIADORES.

#### **9.1.5. CANALIZACIONES ELECTRICAS**

La instalación eléctrica cumplirá con el REGLAMENTO DE BAJA TENSIÓN vigente y será realizada por instalador autorizado. Como norma general el tubo será de plástico rígido **libre de halógenos** de la marca AISCAN o similar en todas las zonas vistas y con falso techo, pudiéndose emplear tubo flexible en los tramos empotrados y bajada a los detectores en falso techo. En los locales técnicos de instalaciones el tubo será de acero electrocincado enchufable.

Las canalizaciones irán siempre sujetas al forjado, según el caso hasta la vertical o proximidad del equipo. No son admisibles canalizaciones descolgadas o con menos de dos puntos de sujeción por metro lineal.

Todas las cajas de derivación y de registro deberán estar señalizadas indicando DETECCIÓN DE INCENDIOS y el número de bus de referencia. Las líneas en su interior deberán estar señalizadas convenientemente, de tal manera que permita la identificación rápida y sencilla de las mismas. Las cajas de derivación tendrán unas dimensiones mínimas de 10 x 10 cm.

#### **9.1.6. CABLEADO**

Los cables para los lazos de detección serán de la sección y calidad recomendadas por el fabricante del sistema prestando especial atención a la capacidad de carga y a la atenuación de las señales de datos.

Serán trenzados y apantallados del tipo libres de halógenos y resistentes al fuego **RF30** como mínimo y estarán separados de los cables utilizados para otros sistemas mediante canalizaciones independientes. Se empleará un código de colores diferente para:



- Líneas de Lazo (detectores, pulsadores, módulos)
- Líneas de Control (retenedores): Gris (+) y Azul (-).
- Líneas de Supervisión (Interruptores de flujo, Grupo de presión y Aljibes de reserva de agua): Gris (+) y Azul (-).
- Líneas de alimentación auxiliar 24 V: Rojo (+) y Negro (-).

## **9.2. ABASTECIMIENTO DE AGUA**

El establecimiento estará dotado de un abastecimiento de agua reservado exclusivamente para la instalación de protección contra incendios capaz de suministrar automáticamente como mínimo las condiciones de presión y caudal requeridos por los sistemas disponibles durante el tiempo de operación.

El abastecimiento de agua será del TIPO COMBINADO para suministrar agua a más de un sistema fijo de lucha contra incendios con rociadores automáticos, debiendo cumplir las siguientes condiciones:

- Los sistemas serán calculados totalmente.
- El suministro deberá ser capaz de garantizar la suma de caudales máximos simultáneos calculados para cada sistema. Los caudales se ajustarán a la presión requerida por el sistema más exigente.
- La duración será igual o superior a la requerida por el sistema más exigente.
- Se independizarán las conexiones entre el abastecimiento y los sistemas.

El abastecimiento COMBINADO estará formado por:

- DEPÓSITO RESERVA DE AGUA
- EQUIPO DE BOMBEO AUTOMÁTICO DOBLE
- RED GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

El depósito de agua cumplirá las condiciones:

Dispondrá de una capacidad efectiva mínima del 100% del volumen de agua calculado así como una toma de reposición automática capaz de llenar el depósito en un tiempo no superior a 36 horas.

Deberá ser de material rígido, resistente a la corrosión en su totalidad, de manera que se garantice un funcionamiento ininterrumpido de 15 años sin necesidad de vaciarlo o limpiarlo.

El agua será dulce no contaminada o tratada adecuadamente y estará protegida de la acción de la luz y de cualquier materia contaminante.

El equipo de bombeo estará formado por dos bombas iguales (Principal y Reserva) de aspiración axial e impulsión radial, construidas según DIN-24255, capaces de dar independientemente cada una el 100% del caudal y presión determinados en el cálculo. Ambos grupos estarán accionados por motores eléctricos alimentados desde dos fuentes de energía eléctrica independientes de conmutación automática. Cada equipo de bombeo estará certificado por CEPREVEN u otro organismo similar reconocido a fin de justificar el cumplimiento de la normativa.



### 9.2.1. CRITERIOS DE DISEÑO

El abastecimiento de agua contra incendios, sus características y especificaciones se ajustarán a lo establecido en la Norma UNE 23.500, UNE-EN 12845 y RT2.ABA-2006 de CEPREVEN.

El caudal nominal real necesario ( $Q_N$ ) y la presión nominal real ( $P_N$ ) para la Bomba principal se deducirán del cálculo hidráulico completo de los sistemas abastecidos:

$$Q_N = Q_{RB} + Q_{RR}$$

El almacenamiento de agua útil mínimo ( $V_U$ ) se deducirá del caudal nominal real necesario ( $Q_N$ ) para el funcionamiento simultáneo de los sistemas durante el tiempo de operación determinado.

Las curvas características de los grupos de bombeo cumplirán:

- A caudal cero la presión no será superior al 130 % de la nominal calculada.
- A caudal 140% del nominal ( $Q_N$ ) la presión no será inferior al 70 % de la nominal.

El motor estará dimensionado para la potencia máxima absorbida por la bomba a final de curva.

### 9.2.2. CRITERIOS DE INSTALACIÓN

La instalación cumplirá los criterios normativos siguientes:

El equipo de bombeo se instalará en un cuarto exclusivo dentro del establecimiento con resistencia al fuego no inferior a 60 minutos. Estará protegido por rociadores automáticos y la temperatura se mantendrá por encima de 4° C.

Las Bombas centrifugas horizontales se instalarán en carga, con al menos 2/3 de la capacidad efectiva del depósito situado por encima del eje de la bomba. La tubería de aspiración deberá instalarse horizontalmente o con pequeña subida continua hacia la bomba para evitar la formación de bolsas de aire en el tubo. A la entrada de la bomba se instalará un tramo recto de tubo o reductor de longitud por lo menos dos veces el diámetro.

La velocidad en la línea de aspiración será como máximo de 1,8 m/s con la bomba funcionando a su capacidad de demanda máxima. El arranque del equipo de bombeo será automático, y la parada será manual (sólo en caso de las bombas principales).

Para el mantenimiento de la presión se instalará una bomba Jockey accionada por motor eléctrico, y un depósito de membrana elástica de capacidad acorde a las necesidades de la instalación. El arranque y parada de este equipo auxiliar será automático.

El sistema de bombeo dispondrá de una línea de pruebas conectada a la línea de impulsión. El caudalímetro será capaz de medir hasta el 150% del caudal nominal de la bomba e instalado según las distancias dadas por el fabricante, con una válvula de corte en la entrada, y una de asiento para la regulación del caudal en la salida. La descarga de esta línea se recirculará al depósito de reserva.



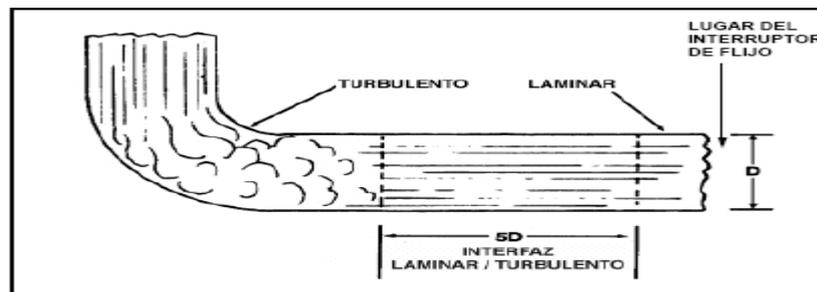
Las tuberías de distribución serán de acero con soldadura según DIN 2440 clase negra para diámetros hasta 4" y DIN 2448 para diámetros iguales o superiores a 6". Será prefabricada preferentemente en taller y pintada electrostáticamente en color rojo con epoxi en polvo o poliéster con un espesor de capa seca de 60 micras.

Las uniones podrán realizarse mediante accesorios roscados maleables, forjados para soldar y/o juntas mecánicas ranuradas homologadas.

Las tubuladuras de los depósitos, placas antivórtice así como todas las uniones y accesorios en la zona de influencia con la atmósfera del depósito de abastecimiento serán galvanizados en caliente o acero inoxidable.

Los soportes, colgantes y abrazaderas para la sujeción de las tuberías serán de la forma y tamaño tipificado u homologados.

Se recomienda la colocación de los interruptores para flujo líquido por lo menos a una distancia de cinco diámetros del punto de cualquier posible perturbación tal como la causada por un codo, un acoplamiento. Como muestra la figura;



**Figura 45. Posición del interruptor de flujo en tubería**

Los cuadros eléctricos de control serán independientes para cada bomba principal y cumplirán con lo especificado en la norma UNE 23500 y RT2.ABA.

Los cables eléctricos de alimentación a los cuadros y motores serán resistentes al fuego al menos durante 2 horas.

Para reposición automática del agua del depósito reserva se preverá una acometida desde la red municipal de abastecimiento de la localidad de 65 mm (2 1/2") completa, con armario reglamentario instalado en la fachada exterior.



### **9.3. EXTINTORES DE INCENDIO**

Distribuidos en todas las plantas y en los locales de riesgo especial se situarán extintores para un primer ataque a los conatos de incendio que puedan producirse en el edificio por personal propio. Sus características y especificaciones se ajustarán a lo indicado en la norma UNE 23.110 y en el Reglamento de aparatos a presión e instrucción técnica MIE-AP5.

#### **9.3.1. CRITERIOS DE DISEÑO**

Se instalará un extintor de eficacia **21A -113B** como mínimo cada 15 m de recorrido en cada planta, como máximo, desde todo origen de evacuación, considerando como tal la puerta de las habitaciones y locales menores de 50 m<sup>2</sup> que no sean de densidad elevada.

En las zonas de riesgo especial se instalarán extintores en el exterior del local o de la zona y próximo a la puerta de acceso, el cual podrá servir simultáneamente a varios locales. En el interior del local se instalarán además los extintores necesarios para que el recorrido real hasta alguno de ellos, incluido el situado en el exterior, no sea mayor que 15 m en locales de riesgo especial medio o bajo o que 10 m en los de riesgo alto.

En recintos y cuartos eléctricos importantes se instalarán adicionalmente extintores de 5 kg de CO<sub>2</sub> de eficacia **89B**.

#### **9.3.2. CRITERIOS DE INSTALACIÓN**

Por estar fundamentado el empleo de los extintores portátiles en una acción rápida sobre el incendio en sus comienzos, se observarán como norma general para la instalación los siguientes criterios:

Los extintores podrán ser utilizados de manera rápida y fácil e irán situados a ser posible próximos a las salidas de evacuación preferentemente, sobre soportes fijados a paramentos verticales con la parte superior a 1,7 m como máximo del suelo. Estarán siempre debidamente señalizados.

En los vestíbulos principales y/o zonas donde se estime oportuno empotrarlos, los extintores se instalarán en armarios metálicos junto a las unidades de BIES formando un conjunto de seguridad integrado.

### **9.4. BOCAS DE INCENDIO EQUIPADAS**

Los Edificios de uso Residencial Público cuya superficie excede de 1.000 m<sup>2</sup> o estén previstos para dar alojamiento a más de 50 personas estarán protegidos por una instalación de bocas de incendio equipadas que en condiciones de funcionamiento, ofrecen un medio eficaz para la lucha contra el fuego.

El sistema estará compuesto de una fuente de abastecimiento de agua, una red de tuberías y las bocas de incendio.

Las BIES estarán diseñadas en cuanto a su construcción y forma de utilización, para que su uso sea posible con la intervención de una sola persona con total eficacia y se encontrarán



conectadas a una fuente de suministro de agua permanente en condiciones de ser utilizadas por cualquier ocupante del edificio.

#### 9.4.1. CRITERIO DE DISEÑO

Las BIES serán del tipo normalizado de 25 mm.

El caudal teórico necesario para la red de BIES ( $Q_{TB}$ ) será el correspondiente al funcionamiento simultáneo de las dos unidades más desfavorables:

$$Q_{TB} = 2 \times 100 = 200 \text{ lpm}$$

El caudal real necesario ( $Q_{RB}$ ) se determinará mediante cálculo hidráulico del sistema y dado que debe ser mantenido durante un tiempo de 60 minutos, la reserva de agua útil mínima a almacenar para la red de BIES ( $V_B$ ) será de:

$$V_B = Q_{RB} \times 60 \text{ min}$$

La presión necesaria ( $P_B$ ) será el resultado de sumar a la presión dinámica mínima en boquilla de 2 bar, las pérdidas de presión por rozamiento ( $P_R$ ) en la red de distribución, las debidas a la diferencia de altura geométrica entre el grupo y la BIE más desfavorable ( $H_G$ ) y las pérdidas propias de la BIE ( $P_M$ ):

$$P_B = 2 + P_R + H_G + P_M$$

#### 9.4.2. CRITERIO DE INSTALACIÓN

La instalación cumplirá como norma general los criterios indicados en el CTE y en el RIPCI:

La totalidad de la superficie del sector de incendio en que estén instaladas estará cubierta por al menos una BIE. El radio de acción en espacios diáfanos será la longitud de la manguera incrementada en 5 m.

La separación máxima entre cada BIE y su más cercana será de 50 m. La distancia desde cualquier punto del local protegido hasta la BIE más próxima no deberá exceder de 25 m.

Irán situadas siempre que sea posible en los accesos a las plantas y a una distancia máxima de 5 m de las salidas de cada sector, sin que constituyan obstáculos para su utilización. La boquilla y la válvula manual, si existe, se encontrará a una altura comprendida entre 0,90 y 1,70 m del suelo.

La tubería de distribución será de acero con soldadura DIN 2440 negra para diámetros inferiores a 3". El acabado exterior se realizará mediante limpieza, imprimación antioxidante y una capa de pintura sintética de acabado RAL 3000 compatible.

El sistema de BIE se someterá antes de su puesta en funcionamiento a una prueba de estanqueidad y resistencia mecánica sometiendo a la red a una presión estática igual a la máxima de servicio y como mínimo a 10 kg/cm<sup>2</sup> durante dos horas, no debiendo aparecer fugas en ningún punto de la instalación.



### **9.5. HIDRANTE EXTERIOR**

Los establecimientos hoteleros de superficie total construida comprendida entre 2.000 y 10.000 m<sup>2</sup> deberán contar con un Hidrante exterior para uso por el cuerpo de Bomberos de la localidad.

El sistema estará compuesto de una fuente de abastecimiento de agua, una red de tuberías y el hidrante de arqueta necesario.

#### **9.5.1. CRITERIO DE DISEÑO**

El hidrante será del tipo normalizado de 4" según UNE 23.407 y estará certificado por AENOR. Las salidas serán 2x70 mm o 1x100 mm con los correspondientes racores y tapones UNE.

Estará conectado preferentemente a la red de abastecimiento de la localidad y situado próximo al acceso principal. Podrán tenerse en cuenta a efectos de cumplimiento de la dotación necesaria las unidades municipales existentes en la vía pública si se encuentra al menos uno de ellos a no más de 100 m de distancia de un acceso al edificio.

#### **9.5.2. CRITERIO DE INSTALACIÓN**

La instalación cumplirá los criterios normativos y de buena práctica siguientes:

El hidrante se situará bajo rasante del pavimento en arqueta. El tipo deberá ajustarse al modelo normalizado por el Ayuntamiento de Madrid.

La instalación y su emplazamiento definitivo en un lugar accesible a los vehículos del Cuerpo de Bomberos será realizada por empresa autorizada para este tipo de suministros. Estará preparado para resistir las heladas y acciones mecánicas y señalizado conforme a la norma UNE 23033.

### **9.6. COLUMNAS SECAS**

Solo es necesario la instalación de columna seca si la altura de evacuación excede de 24m, con lo que en nuestro caso no nos afecta.

### **9.7. ROCIADORES AUTOMÁTICOS DE AGUA**

Cubriendo la totalidad del edificio se dispondrá de una instalación de sprinklers automáticos. El sistema estará compuesto por el abastecimiento de agua, el puesto de control y las redes de tuberías de distribución sobre las que se instalan cabezas de rociadores en posiciones específicas en el techo.

Los rociadores automáticos están concebidos para detectar un incendio y apagarlo mediante agua en su fase inicial o controlarlo para que pueda ser apagado por otros medios. Funcionan a temperaturas predeterminadas para descargar agua sobre la parte afectada por el fuego en una zona. El paso del agua por la válvula de alarma pondrá en marcha una alarma de incendios y únicamente actúan los rociadores que se encuentran cerca del incendio.



### 9.7.1. CRITERIO DE DISEÑO

Los criterios de diseño, características y especificaciones se ajustarán a lo establecido en la Norma UNE-EN 12845, anexo D normativo SUBDIVISIÓN DE ROCIADORES y anexo F REQUISITOS ESPECIALES PARA SISTEMAS DE PROTECCIÓN DE VIDA, con estos parámetros:

- Actividad: Hotel
- Clasificación del riesgo: Ordinario Grupo 1 (RO1)
- Área de operación: 72 m<sup>2</sup>
- Cobertura máxima por rociador: 12 m<sup>2</sup>
- Separación máxima entre rociadores: 4 m
- Separación mínima entre rociadores: 2 m
- Densidad de diseño: 5 lts/min/m<sup>2</sup>
- Tipo de instalación: Tubería mojada
- Tipo rociador: oculto, montante o colgante
- Factor K rociador: 80

En función de los parámetros anteriores, se deduce el caudal teórico ( $Q_{TR}$ ) que se precisará para la red de rociadores:

$$Q_{TR} = 5 \times 72 = 360 \text{ lpm}$$

El caudal real ( $Q_{RR}$ ) así como la presión necesaria ( $P_R$ ) para la red de rociadores se determinarán mediante CÁLCULO HIDRÁULICO con programa informático reconocido HASS o equivalente.

El almacenamiento de agua para RO1 será de 60 minutos, por lo que la reserva teórica útil mínima a almacenar ( $V_R$ ) para el sistema de rociadores será de:

$$V_R = Q_{RR} \times 60 \text{ min}$$

Los rociadores automáticos serán de respuesta rápida con cobertura estándar y temperatura ORDINARIA a 68° C en todas las áreas incluido las habitaciones. En la zona de cocina serán de temperatura INTERMEDIA a 93° C.

### 9.7.2. CRITERIO DE INSTALACIÓN

La instalación cumplirá los criterios normativos y de buena práctica siguientes:

Se instalará un (1) puesto de control de TUBERÍA HÚMEDA DN100 completo, homologado UL/FM, con válvula de alarma ranurada, cámara de retardo, alarma hidráulica, presostato, accesorios de prueba, válvula de drenaje y 3 válvulas de mariposa de control con indicador de posición. El puesto de control se conectará al drenaje general para vaciado de la red y a la central de detección para su supervisión y alarma.

En cada derivación de planta se instalará un puesto de control local con válvula de mariposa supervisada, interruptor de flujo y válvula de prueba.



La tubería de distribución será de acero con soldadura DIN 2440 clase negra para diámetros hasta 4". Será prefabricada preferentemente en taller y pintada electrostáticamente en color rojo con epoxi en polvo o poliéster con un espesor de capa seca de 60 micras.

Las uniones podrán realizarse mediante accesorios roscados maleables, forjados para soldar y/o juntas mecánicas ranuradas homologadas. En los pasos de juntas de dilatación se utilizarán uniones ranuradas flexibles.

Los soportes, colgantes y abrazaderas para la sujeción de las tuberías serán de forma y tamaño normalizados. La distancia entre soportes estará de acuerdo a UNE-EN 12845 y se fijarán directamente a la estructura del edificio. Para su anclaje se asegurará una base resistente de sujeción, perfiles laminados de resistencia adecuada y abarcones cincados. Deberán ser ajustables, rodear completamente el tubo y no serán usados para ningún otro servicio. No se permitirán soldaduras entre el soporte y el tubo.

Los soportes de tipo fijo se podrán construir con perfiles normalizados de acero, con la resistencia apropiada y abrazaderas para la sujeción del tubo. El resto podrá ser de tipo "pera" normalizados fijados a los paramentos con tacos y varillas metálicas M10 para tuberías hasta 4".

Con el fin de facilitar el vaciado de la red, siempre que sea posible se instalará la tubería con una pendiente igual o superior al 0,2%. Se dispondrán puntos de vaciado y limpieza adicionales en caso necesario. Los ramales deberán conectarse únicamente a la parte lateral o superior de los colectores.

Una vez finalizada la instalación se someterá antes de su puesta en servicio, a una prueba de estanqueidad y resistencia mecánica, sometiendo a la red a una presión estática de 15 bar manteniendo dicha presión de prueba durante dos horas como mínimo, no debiendo aparecer fugas en ningún punto de la instalación.

### **9.8. EXTINCIÓN EN COCINA**

Se proyecta un sistema fijo de extinción automático con marca de conformidad CE en los riesgos siguientes:

CAMPANAS DE COCINA: Aplicación local con agente ANSULEX R-102.

El sistema de detección y extinción será completo, totalmente autónomo y empleará agente extintor exclusivo ANSULEX R-102, que tiene la capacidad de saponificar la grasa debido a su bajo PH enfriando y evitando la autoignición.

Cumplirá en su conjunto los requerimientos de las normas UL, ULC y NFPA y estará diseñado e instalado por un distribuidor conforme al manual técnico del fabricante del sistema para la configuración final de la cocina y el tipo de campana extractora, aportando el certificado final de instalación y puesta en servicio según el RIPCI.

La protección será integral con dispositivos fusibles térmicos y boquillas de descarga. Contemplará los tres niveles siguientes:

Nivel 1: Aparatos de cocción, freidoras, planchas, etc.

Nivel 2: Filtros.



Nivel 3: Conductos, extractor y plenum.

La puesta en funcionamiento del sistema de forma automática o manual se señalará en la central de detección y alarma, cortando adicionalmente el suministro de gas a la cocina mediante cierre de la válvula principal.

### **9.9. PROTECCIÓN PASIVA CONTRA INCENDIOS**

Los pasos de instalaciones tales como cables, tuberías, conducciones, conductos de ventilación, etc. a través de los elementos de compartimentación resistentes al fuego del establecimiento, se sellarán con productos ignífugos certificados por laboratorio oficial que garanticen un grado de resistencia al fuego al menos igual a la del elemento atravesado.

#### **9.9.1. CRITERIOS DE INSTALACIÓN**

La instalación cumplirá lo indicado en el punto 3 DB SI1 del CTE contemplando las soluciones siguientes:

Tuberías metálicas agrupadas de Clima, PCI, Fontanería, gas: Sellado cortafuegos mediante **sistema FLAMRO-TECRESA** o similar de acuerdo con ensayo en Laboratorio Oficial consiguiendo una integridad y aislamiento de 180 minutos (EI-180) según normas UNE-EN 1363-1 y EN 1366-3.

Tuberías metálicas independientes de Clima, PCI, Fontanería, gas: Manguito pasamuros metálico galvanizado recibido de obra. Sellado del espacio entre tubos con masilla intumescente **TECWOOL-TECRESA** o similar para resistencias RF60 a RF180.

Tuberías de PVC de saneamiento y bajantes: Collarines intumescentes con carcasa metálica empotrados o exteriores **TECWOOL-TECRESA** o similar de acuerdo con ensayo en Laboratorio Oficial consiguiendo una integridad y aislamiento de 180 minutos (EI-180) según normas UNE-EN 1363-1 y EN 1366-3.

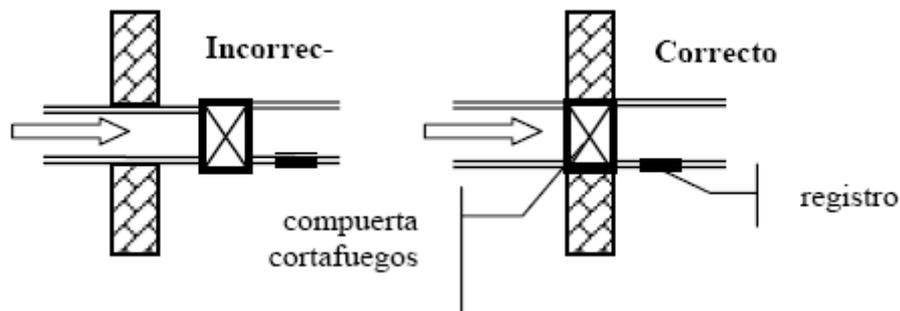
Pasos de cables y canalizaciones eléctricas: Sellado cortafuegos mediante **sistema FLAMRO-TECRESA** o similar de acuerdo con ensayo en Laboratorio Oficial consiguiendo una integridad y aislamiento de 180 minutos (EI-180) según normas UNE-EN 1363-1 y EN 1366-3. Alternativamente mediante almohadillas intumescentes en pasos con bandejas eléctricas de uso frecuente.

Las Compuertas cortafuegos del sistema de ventilación y clima se recibirán de obra, de forma que se garantice su unión al elemento atravesado incluso en caso de fallo del conducto. Dispondrán de servomotor a 220 Vca y dispositivo fusible eléctrico que las mantiene abiertas (incluidas en proyecto de Climatización). Cerrarán automáticamente en caso de INCENDIO y su cierre se señalará en la central de detección de forma individual o por grupos.

Todos los conductos a través de elementos delimitadores de zona, muros o forjados, deberán estar dotados de compuertas cortafuego, con una resistencia al fuego RF igual o superior a la del elemento que atraviesa.

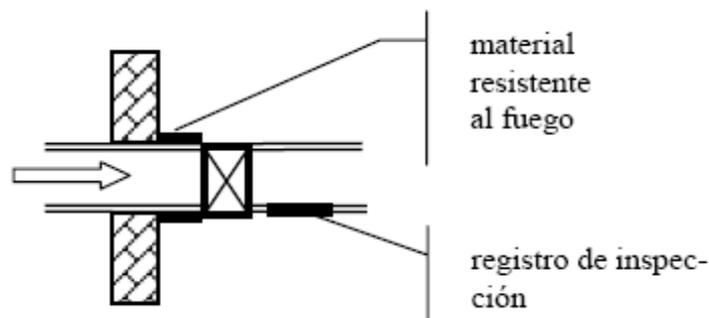
La compuerta se instalará dentro del espesor del elemento delimitado de manera que, cuando la lama esté cerrada, no exista la posibilidad de paso de las llamas y del calor de una parte a otra

del elemento delimitador, aún cuando se haya producido el derrumbe del conducto o del plenum de uno o ambos lado de la compuerta.



**Figura 46. Instalación de CCF**

Si esto no fuera posible, por ejemplo porque el espesor del elemento delimitador es insuficiente, la parte de la compuerta o del conducto que sobresalga se revestirá con materiales resistentes al fuego, de resistencia igual o superior a la del elemento delimitador.



**Figura 47. Instalación de CCF'**

El marco de la compuerta quedará fijado finalmente al elemento delimitador, directamente o a través de un manguito, de manera que la dilatación de los conductos no afecte a la posición de la compuerta y su integridad.

Bajo ningún concepto se instalarán compuertas, de cualquier tipo, en conductos de extracción de aire de aparcamientos. De evacuación de humos de cocina y evacuación de productos de combustión, por evidentes razones de seguridad.

Las puertas RF situadas en vías de evacuación que puedan quedar abiertas dispondrán de retenedores magnéticos adecuados, que se desbloquearán automáticamente en caso de incendio y/o por falta de tensión.

### **9.10. SEÑALIZACIÓN DE EQUIPOS MANUALES**

Los medios de protección contra incendios de utilización manual se señalarán mediante señales definidas en la norma UNE 23033-1 conforme a los criterios especificados en el punto 2 del documento SI 4 Detección, control y extinción del incendio.



### **9.10.1. CRITERIOS DE DISEÑO**

Las señales serán planas y estarán fabricadas en material auto extinguido semirrigido de PVC fotoluminiscente, con barniz protector y filtro especial contra los rayos ultravioletas incorporado. Los pictogramas serán normalizados.

El tamaño será de 210 x 210 mm cuando la distancia de observación no exceda de 10m, de 420 x 420 mm si la distancia está comprendida entre 10 y 20 m y de 594 x 594 para distancias entre 20 y 30 m.

Las señales deberán ser visibles incluso en el caso de fallo en el suministro del alumbrado normal. Cuando sean fotoluminiscentes, sus características de emisión luminosa debe cumplir lo establecido en la norma UNE 23035-4:1999.

### **9.10.2. CRITERIOS DE INSTALACIÓN**

Se señalarán los equipos manuales siguientes:

- BIES
- EXTINTORES DE INCENDIO
- PULSADORES DE ALARMA
- DISPOSITIVOS DE DISPARO DE LOS SISTEMAS DE EXTINCIÓN

## **9.11. SEÑALIZACIÓN DE LOS MEDIOS DE EVACUACIÓN**

Se utilizarán señales de salida, de uso habitual o de emergencia y de dirección de los recorridos de evacuación definidas en la norma UNE 23034:1998, conforme a los criterios especificados en el punto 7 del documento SI 3 Evacuación de los ocupantes del CTE.

### **9.11.1. CRITERIOS DE DISEÑO**

Las señales serán planas y estarán fabricadas en material auto extinguido semirrigido de PVC fotoluminiscente, con barniz protector y filtro especial contra los rayos ultravioletas incorporado. Los pictogramas y textos de evacuación serán normalizados.

El tamaño será de 210 x 210 mm cuando la distancia de observación no exceda de 10m, de 420 x 420 mm si la distancia está comprendida entre 10 y 20 m y de 594 x 594 para distancias entre 20 y 30 m.

Las señales deberán ser visibles incluso en el caso de fallo en el suministro del alumbrado normal. Cuando sean fotoluminiscentes, sus características de emisión luminosa debe cumplir lo establecido en la norma UNE 23035-4:1999.

### **9.11.2. CRITERIOS DE INSTALACIÓN**

Las salidas de recinto, planta o edificio tendrán una señal con el rótulo SALIDA.

La señal con el rótulo SALIDA DE EMERGENCIA se utilizará en toda salida prevista para uso exclusivo de emergencia.



Se dispondrán señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde todo origen de evacuación desde el que no se perciban directamente las salidas o sus señales indicativas y, en particular, frente a toda salida de un recinto con ocupación mayor que 100 personas que accedan lateralmente a un pasillo.

En los puntos de los recorridos de evacuación en los que existan alternativas que pueden inducir a error, también se dispondrán las señales antes citadas, de forma que quede claramente indicada la alternativa correcta.

En las puertas que no sean salidas que puedan inducir a error se dispondrán señales con el rótulo SIN SALIDA en lugar visible pero no en las hojas de las puertas.

En aparatos elevadores se instalarán señales con el rótulo NO UTILIZAR EN CASO DE EMERGENCIA.

Las señales se dispondrán de forma coherente con la asignación de ocupantes que se pretenda hacer a cada salida.

Adicionalmente se instalarán de forma regular señales de PROHIBIDO FUMAR y de advertencia de RIESGO ELECTRICO en las puertas de cuartos eléctricos.

### **9.12. GRUPO ELECTROGENO**

Para garantizar un suministro de reserva del 25% de la potencia del Suministro Normal se implanta una fuente de alimentación formada por un Grupo Electrónico.

Se ha dispuesto la instalación de un grupo electrógeno de 150kVA a 1500 rpm, con una tensión de funcionamiento de 400 V y 50 Hz.

Las cargas fundamentales de seguridad que debe atender serán las de Ascensores de Emergencia y Grupo Contraincendios, así como los extractores de aire y alumbrado de escaleras. El alumbrado de Emergencia se resuelve con luminarias autónomas con baterías.

Ejecución encapsulado/insonorizado, con sistema de arranque automático por batería de acumuladores a causa del fallo en el suministro normal, conmutaciones de la carga también automáticas así como parada por vuelta del suministro normal. La refrigeración del motor será por aire y agua mediante un ventilador soplante con protecciones y por una bomba de agua accionada por el motor diesel mediante engranajes.

Los conductores de potencia hasta la conmutación serán denominación (AS+) resistentes al fuego.

Todas las carcasas metálicas estarán conectadas a la red de puesta a tierra de protección de BT.

Con sistema de calefacción para el agua de refrigeración, mediante resistencia de caldeo eléctrico, con objeto de mantener el motor en óptimas condiciones de arranque. La temperatura de esta agua se fijará y controlará mediante un termostato diferencial.



Las chimeneas de evacuación de gases de la combustión, que componen el encapsulado del conjunto del grupo, serán prolongadas hasta la solución que exijan las normativas del Ayuntamiento.

Cuadro de control para arranque automático microprocesado, medida, alarmas, interruptor automático de 4x400 A, sin conmutación, tanque de combustible bajo bancada con indicador de nivel de 550 litros de capacidad.

### 9.13. MEGAFONÍA DE EMERGENCIA

El sistema de megafonía permitirá realizar llamadas individuales a cada una de las zonas o a grupos de zonas.

La distribución de altavoces que se ha seguido para proyectar el sistema de megafonía, se puede observar en la siguiente tabla.

ZONA	DESCRIPCIÓN	U-2650/4	2660/4	U-XMR520	* XMR-520PLA	U-3150CAL
1	PISCINAS, SAUNAS Y MASAJE	4	6	2	2	
2	ADMINISTRACIÓN Y SERVICIOS	5	7			
3	ZONAS COMUNES PLANTA BAJA	7	14			1
4	MEETING ROOM 1		1			
5	MEETING ROOM 2		1			
6	PLANTA PRIMERA	4	22			
7	PLANTA SEGUNDA	4	22			
8	PLANTA TERCERA	4	22			
9	PLANTA CUARTA	4	22			

### 9.14. ALUMBRADO NORMAL

Se realizará generalmente mediante lámparas fluorescentes compactas de 18, 26 y 36 W, 32 W circular y 36 W fluorescentes lineales de 26 mm de diámetro, alojadas en luminarias con difusor y rejilla en aluminio abrigado. Su construcción será preferentemente en chapa de aluminio. Todas ellas llevarán una conexión a la red de tierra de protección, siendo todos los equipos de encendido en Alto Factor con reactancia magnética.

Los niveles medios de iluminación previstos por cálculo para las diversas dependencias serán:

- Salas de Espera 200 lux
- Pasillos 150 lux
- Vestíbulos 250 lux
- Despachos 450 lux
- Consultas 450 lux
- Archivos 250 lux
- Vestuarios 150 lux
- Almacenes 150 lux
- Gimnasio 200 lux
- Aulas y Sala Reuniones 300 lux
- Salones de Reunión 300 lux



- |                            |         |
|----------------------------|---------|
| • Salas de Instalaciones   | 150 lux |
| • Cafetería                | 200 lux |
| • Comedores                | 200 lux |
| • Oficinas Administrativas | 400 lux |
| • Habitaciones Residentes  | 100 lux |

Las lámparas fluorescentes compactas dispondrán de 1.200 lúmenes para la de 18 W, 1.800 lúmenes para la de 26 W, 1.700 lúmenes para la circular de 32 W y 2.900 lúmenes para la de 36 W. Para la lámpara fluorescente lineal de 36 W el flujo será 3.350 lúmenes. El tono será para todas las lámparas del mismo tipo, blanco cálido.

En locales clasificados como húmedos (Vestuarios, etc.) así como Salas de Climatizadores, Centro de Transformación, Mantenimiento y Grupo Electrónico, las luminarias serán herméticas, construidas en poliester con fibra de vidrio autoextinguible y difusor en metacrilato transparente, grado de protección IP65.

### **9.15. ALUMBRADO DE EMERGENCIA**

El alumbrado de evacuación y antipánico será mediante aparatos autónomos de entrada automática por fallo en la alimentación de 220 V, cuya disposición se realizará teniendo en cuenta que toda la instalación de alumbrado en zonas comunes conmuta automáticamente a grupo electrónico. Serán con lámpara fluorescente, cumpliendo con las normas UNE 20.392-93 y la EN-60 598-2-22 indicadas en la NBE-CPI 96 y Reglamento y hojas de interpretación vigentes (ITC-BT-28).

### **9.16. PUESTA A TIERRA**

Para la seguridad de la instalación y funcionamiento de las protecciones contra contactos indirectos se establecen los siguientes sistemas de puesta a tierra:

- Sistema de tierra de protección de AT.
- Sistema de tierra de protección de BT.
- Sistema de tierra de los Neutros de Transformadores y Grupo Electrónico.
- Sistema de tierra para equipotencial de la estructura del edificio. Para unificar con el sistema de protección de BT.

A estos sistemas principales se acoplarán tomas de tierra para:

- Pararrayos. Para unificar con el sistema de la estructura del Edificio.
- Guías de ascensores. Para unificar con el sistema de la estructura del Edificio.
- Instalación de Telecomunicaciones y antena. Para unificar con el sistema de la Estructura del Edificio.

Todos tendrán sus bornas principales de tierra con posibilidad de seccionamiento para comprobaciones y quedarán interconectadas con tuberías para la posible unificación de los sistemas.



Se realizarán con conductores de cobre desnudo de 35 mm<sup>2</sup> de sección mínima, los electrodos de tierra equipotencial del Edificio y Guías de Ascensores, con sección mínima de 50 mm<sup>2</sup> los del Pararrayos y Protección de AT.

Los de protección de BT y de Neutros se realizarán con conductores aislados de secciones diversas según el reglamento de BT.

Los conductores de protección, equipotenciales y conductores de tierra cumplirán las necesidades mínimas en cada caso y soportarán las corrientes de cortocircuito que marcan el Reglamento de BT y los cálculos correspondientes.

La coordinación del funcionamiento de las protecciones por sobreintensidades y por corriente residual, determinarán las necesidades de las resistencias a tierra de los distintos sistemas, para evitar tensiones supuestas de defecto, que puedan provocar la superación de los límites de intensidad y tiempo permitidos para el cuerpo humano o las tensiones mínima aplicables a las instalaciones.

Siempre cumpliendo los distintos ITC-BT DEL Reglamento de BT que le sean de aplicación y las normas UNE correspondientes.

### **9.17. PARARRAYOS**

Se preverá un pararrayos para cubrir la totalidad del hotel. El pararrayos elegido será del tipo con dispositivo de cebado para un NIVEL II con mástil de 6 metros de altura y un radio de acción de 50 metros. Su instalación responderá a las exigencias de la norma UNE-21186.

Este pararrayos irá instalado en la parte más alta del edificio sobre un mástil fijado a muro con piezas de anclaje en "U". Su puesta a tierra será independiente y se realizará mediante cable desnudo de 50 mm<sup>2</sup> que enlazará la cabeza del pararrayos con los 3 electrodos de la propia puesta a tierra, que a su vez se interconectará con la de la estructura a través de un seccionador alojado en caja aislante protectora.

El sistema tendrá dos conductores de bajada que respetarán las distancias mínimas de seguridad con las masas metálicas cercanas, discurriendo estas bajadas por los patios interiores.

## **10. EQUIPOS SUJETOS A MARCA DE CONFORMIDAD**

Los aparatos y equipos de protección contra incendios sujetos a marca de conformidad en este proyecto de acuerdo con lo indicado en el REGLAMENTO DE INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS son los siguientes:

- EXTINTORES DE INCENDIO
- BOCAS DE INCENDIO EQUIPADAS
- DETECTORES DE INCENDIO
- RACORES Y MANGUERAS



Para los aparatos y equipos de baja tensión sujetos a marca de conformidad en este proyecto de acuerdo con lo indicado en el REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN es el siguiente:

- APARATOS AUTÓNOMOS PARA ALUMBRADO DE EMERGENCIA

## 11. CALCULOS PREVIOS

### 11.1. **CÁLCULO DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA**

#### 11.1.1. **INSTALACIÓN DE BIES**

Caudal unitario Bie 25 mm	100 lpm
Número de Bies 25 mm simultáneas	2
Caudal total para Bies ( $Q_{RB} = 2 \times 100$ )	200 lpm
Presión dinámica en BIE más desfavorable	$\geq 2$ bar
Pérdida de carga BIE según fabricante	2,20 bar
Tiempo de autonomía	1 hora
Presión prevista en entrada BIE más alejada	4,7 bar
Altura geométrica	22 m
Presión total necesaria	<b>7,5 bar</b>
Red de tuberías a determinar hidráulicamente	SI

#### 11.1.2. **INSTALACIÓN DE HIDRANTE**

Caudal unitario CHE	1000 lpm
Presión mínima en CHE	10 mca
Tiempo de autonomía	2 horas
Abastecimiento por red municipal	Red de localidad

#### 11.1.3. **INSTALACIÓN DE ROCIADORES**

NORMATIVA	UNE-EN 12845
Riesgo: Hotel	RO1
Caudal de diseño	5 lpm/m <sup>2</sup>
Area de operación	72 m <sup>2</sup>
Número de rociadores calculados (mínimo)	8
Niveles de rociadores	
Ambiente	SI
Falso techo $H < 0,80$ m	NO
Tiempo de autonomía	60 minutos
Presión mínima en rociador	0,35 bar
Puesto de Control	
Ambiente	4"
Falso techo	NO
Caudal real Rociadores $Q_{RR}$	Cálculo
Presión necesaria Rociadores	Cálculo
Red de tuberías a determinar hidráulicamente	SI



#### 11.1.4. CAPACIDAD RESERVA DE AGUA

Caudal BIES ( $Q_{RB}$ )	200 lpm
Caudal ROCIADORES ( $Q_{RR}$ )	360 lpm
Caudal HIDRANTES ( $Q_{RH}$ )	No aplica
Caudal TOTAL ( $Q_{RB} + Q_{RR}$ )	560 lpm
Tiempo de operación BIES	60 min
ROCIADORES	60 min
<b>Capacidad mínima (<math>Q_{RB} \times 60 + Q_{RR} \times 60</math>)</b>	<b>33.600 l</b>

Se hará previsión de un DEPÓSITO RESERVA de uso exclusivo con una capacidad real efectiva mínima de **40 m<sup>3</sup>** capaz de abastecer las instalaciones de BIES y ROCIADORES indicadas.

#### 11.1.5. ABASTECIMIENTO PCI

Equipo de bombeo AUTOMATICO ELECTRICA 1 + ELECTRICA 2 + JOCKEY según UNE23.500 y RT2.ABA de CEPREVEN. Caudal nominal de **40 m<sup>3</sup>/h @ 7,5 bar**. Potencia: Motor BE1: **18,5 kW**, Motor BE2: **18,5 kW**. Motor BJ: **2,2 kW**.

Depósito reserva tipo A. Capacidad útil mínima **40 m<sup>3</sup>**.

Acometida a la Red municipal **DN 65** con contador reglamentario



## 12. PREVISIÓN DE EQUIPOS

### 12.1. EXTINTORES PORTÁTILES

PLANTA	NUMERO	TIPO	CARGA	EFICACIA
PL SEMISÓTANO	7	Polvo	6 Kg	21A-113B
	2	CO2	5 kg	89B
PL BAJA	10	Polvo	6 Kg	21A-113B
PL PRIMERA	6	Polvo	6 Kg	21A-113B
PL SEGUNDA	6	Polvo	6 Kg	21A-113B
PL TERCERA	6	Polvo	6 Kg	21A-113B
PL CUARTA	6	Polvo	6 Kg	21A-113B
PL CUBIERTA	4	Polvo	6 Kg	21A-113B

### 12.2. INSTALACIÓN DE BIES

PLANTA	Nº DE BIES	DIÁMETRO
PL SEMISÓTANO	3	25 mm.
PL BAJA	3	25 mm.
PL PRIMERA	3	25 mm.
PL SEGUNDA	3	25 mm.
PL TERCERA	3	25 mm.
PL CUARTA	3	25 mm.
PL CUBIERTA	0	25 mm.

### 12.3. INSTALACIÓN DE HIDRANTE

PLANTA	Nº DE CHE	DIÁMETRO
EXTERIOR	1	100

### 12.4. DETECTORES Y ALARMAS

PLANTA	DETECTORES		ALARMAS		ACTUACIONES		
	HUMOS	TERM	PULSAD.	SIRENAS	CCF	PUERTAS	OTROS
SEMIS	44	3	3	7		2	5
BAJA	32	5	4	4		1	1
PRIMERA	34 1DH		3	3	1	8	1
SEGUNDA	34 1DH	-	3	3	1	8	1
TERCERA	34 1DH	-	3	3	1	8	1
CUARTA	34 1DH	-	3	3	1	8	1
CUBIERTA	3	-	1	-			2
Nº DE CENTRALES: 1							
Nº DE ESTACIONES DE TRABAJO CON PC + IMPRESORA: 1							



LEYENDA:

DH: Detector de humos tipo conducto en retorno de Climatizadores

C: Módulo salidas

M: Módulo entradas

SEÑALES DE ALARMA ADICIONALES

Salida ALARMA GENERAL a Sistema de MEGAFONÍA DE EMERGENCIA.

Salida ALARMA GENERAL al Servicio de Bomberos.

Comunicación con Sistema de Gestión Técnica del edificio.

**12.5. EXTINCIONES AUTOMÁTICAS**

PLANTA	RIESGO	SISTEMA
NIVEL 0	1 Campana Cocina	DOBLE ANSUL

**12.6. ROCIADORES AUTOMÁTICAS**

PLANTA	ROCIADORES	TIPO
PL. SEMISÓTANO	60	Oculto respuesta rápida
PL BAJA	61	Oculto respuesta rápida
PL PRIMERA	58	Oculto respuesta rápida
PL SEGUNDA	58	Oculto respuesta rápida
PL TERCERA	58	Oculto respuesta rápida
PL CUARTA	58	Oculto respuesta rápida
PL CUBIERTA	-	-
1 Puesto de control DN 100		
6 Puesto de control local DN65		



### **13. CONDICIONES DE MANTENIMIENTO**

Los aparatos, equipos y sistemas a instalar en el edificio se someterán a las revisiones de conservación que se establecen en el apéndice 2 del RIPCI, en el cual se determina en cada caso el tiempo máximo que podrá transcurrir entre dos revisiones o inspecciones consecutivas.

Las operaciones de mantenimiento serán realizadas por el personal de un mantenedor autorizado, fabricante o del titular de la instalación según proceda dejando constancia documental del cumplimiento del programa preventivo, indicando las operaciones efectuadas, resultando de verificaciones, pruebas y sustitución de electos defectuosos que se hayan realizado.

Los sistemas a revisar serán al menos los siguientes:

- Detección y alarma de incendios.
- Pulsadores manuales.
- Extintores manuales.
- Hidratantes.
- Columna secas.
- Sistemas fijos de extinción.
- Sistema de abastecimiento de agua.
- Baterías del alumbrado de emergencia.



#### **14. CONCLUSIÓN**

La realización de este proyecto dará como resultado un edificio con pocas posibilidades de riesgo para sus ocupantes. Pero para llevarlo a cabo ha sido necesario;

- Aplicar los conocimientos de Autocad adquiridos como becario en la empresa Lafarge Asland con los cuales se han realizado el recuento de equipos para que fuesen más exacto con el presupuesto y la memoria junto con la aplicación de los criterios de diseño para traspasarlos a papel.
- Los conocimientos de electrónica adquiridos en la carrera han sido de gran ayuda para abordar el diseño del cableado, cálculo de baterías, fuente de alimentación y fundamentalmente comprender el diseño que se ha realizado para asegurar su buen funcionamiento.
- Ha sido necesario la aplicación de conocimientos básicos de hidráulica, que han sido adquiridos mediante el estudio de la normativa, reglas técnicas de CEPREVEN y fundamentalmente con las explicaciones de D. Andrés Sánchez al cual le estoy enormemente agradecido debido a que sin su apoyo nada de esto hubiera sido posible.

Un paso más en este campo ha sido la introducción de la electrónica en los detectores analógicos direccionables debido a que ayudan en la localización del incendio en sus primeras fases mostrándole la situación del mismo junto con un mensaje explícito al vigilante, dándole la oportunidad de que pueda extinguirle sin que se produzcan daños mayores.

A pesar que a nivel mundial la base instalada de cableado para CCTV usa cable coaxial y protocolos análogos, el crecimiento de las comunicaciones usando protocolo IP sobre cable UTP es mucho mayor que el de tipo coaxial.

Los buenos anchos de banda de las nuevas categorías de cableado estructurado y sus altas velocidades de transmisión facilitan el uso de esta plataforma para extraer el máximo provecho a cada CCTV con una relación de costo sobre la inversión razonable, por ese motivo recomendamos siempre trabajar en equipo con los departamentos de TI (Tecnología e Informática) con el ánimo de conseguir la satisfacción del usuario en su CCTV.

Por último cabe destacar de este proyecto fin de carrera que actualmente no existe una adecuada concienciación sobre la seguridad ante incendios. Por ello se considera que las medidas de extinción a utilizar deberían ser más exigentes y requerir siempre la instalación de rociadores, debido a que además de extinguir detectan incendios a través de los puestos de control.



## **15. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Reglamentación:

- Reglamento de instalaciones de protección contra incendio [www.mcyt.es](http://www.mcyt.es)
- Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Código Técnico de la Edificación

Normativa:

- Normas UNE 23007/1 a 14 Sistemas de detección y alarma de incendios.
- Normas UNE 23110 Extintores portátiles de incendios.
- Normas UNE 23035 1 a 4 Señalización foto luminiscente.
- Normas UNE 23405,23406 y 23407 Hidratantes exteriores.
- Normas UNE 23500 Sistema de abastecimiento de agua contra incendios.
- Normas UNE-EN 672-1 y 2 Bocas de incendio equipadas (BIE).
- Normas UNE 23590 Sistemas de rociadores automáticos
- Normas UNE 21186 Protección de estructuras, edificaciones y zonas abiertas mediante pararrayos con dispositivo de cebado.

Cepreven:

- Regla técnica cepreven para instalaciones de bocas de incendio equipadas
- Regla técnica para los abastecimientos de agua contra incendios

Cocina:

- Ansul [www.ansul.com](http://www.ansul.com)
- Siex [www.suinsex.es/extincion6.asp](http://www.suinsex.es/extincion6.asp)

Protección Pasiva:

- Tecresa [www.grupotecresa.com](http://www.grupotecresa.com)
- Termogar [www.termogar.es](http://www.termogar.es)

Compuerta Cortafuego:

- Trox Española [www.troxspanola.es](http://www.troxspanola.es)
- Airsum [www.airsum.es](http://www.airsum.es)

Equipo contra incendio:

- Bombas Itur [www.itur.es](http://www.itur.es)
- Bombas Zeda [www.bombaszeda.com](http://www.bombaszeda.com)
- Bombas Kripsol [www.kripsolhidraulica.com](http://www.kripsolhidraulica.com)

Rociadores y Puestos de Control:

- Globe Sprinklers Europa [www.sprinklersglobe.com](http://www.sprinklersglobe.com)
- Viking [www.vikingspain.com](http://www.vikingspain.com)

Interruptores de Flujo:

- McDonnell & Miller [www.mcdonnellmiller.com](http://www.mcdonnellmiller.com)



Grupo Electrónico:

- Grupos electrógenos y motores industriales CATERPILLAR [CD Curso de formación].

Alumbrado de Emergencia:

- Daisalux [www.daisalux.com](http://www.daisalux.com)

Megafonía de Emergencia:

- Optimus [www.optimus.es](http://www.optimus.es)

Pararrayos:

- Aplicaciones Tecnológicas [www.at3w.com](http://www.at3w.com)

Precios:

- Base de datos de precios Tarifec [www.tarifec.es](http://www.tarifec.es).
- Base de datos de precios de Extremadura <http://fomento.juntaex.es:81>



## 16. ANEXOS

### 16.1. ANÁLISIS HIDRÁULICO PARA RED DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS

PROYECTOS MECANICOS DE INSTALACIONES INDUSTRIALES, S.A.  
PROMEC  
C/ARROYOFRESNO, 19 5ª PLANTA  
28035 MADRID

CALCULOS HIDRAULICOS  
PARA  
REDES DE ROCIADORES AUTOMATICOS

FICHERO NUMERÓ: MORAT01.SDF  
FECHA: MAR 28, 2007

- DATOS DE DISEÑO -

CLIENTE/EDIFICIO:	HOTEL RADISSON
ACTIVIDAD:	USO RESIDENCIAL PUBLICO
CLASIFICACION DEL RIESGO:	ORDINARIO GRUPO 1 (RO1)
NORMATIVA APLICABLE:	UNE-EN 12845
AREA DE OPERACIÓN:	72 M2
COBERTURA POR ROCIADOR:	Menor de 12 M2
NUMERO DE ROCIADORES CALCULADOS:	8
FACTOR K ROCIADOR:	80
CAUDAL Y PRESION EN PCONTROL:	402.2 lpm @ 2.79 bar
PLANO NUMERO:	PLANTA CUARTA
DISEÑADO POR:	ALBERTO GUTIERREZ
APROBADO POR:	ANDRES SANCHEZ

CALCULOS REALIZADOS CON HASS COMPUTER PROGRAM (LICENCIA N° 49041357)  
HRS SYSTEMS, INC.  
ATLANTA, GA



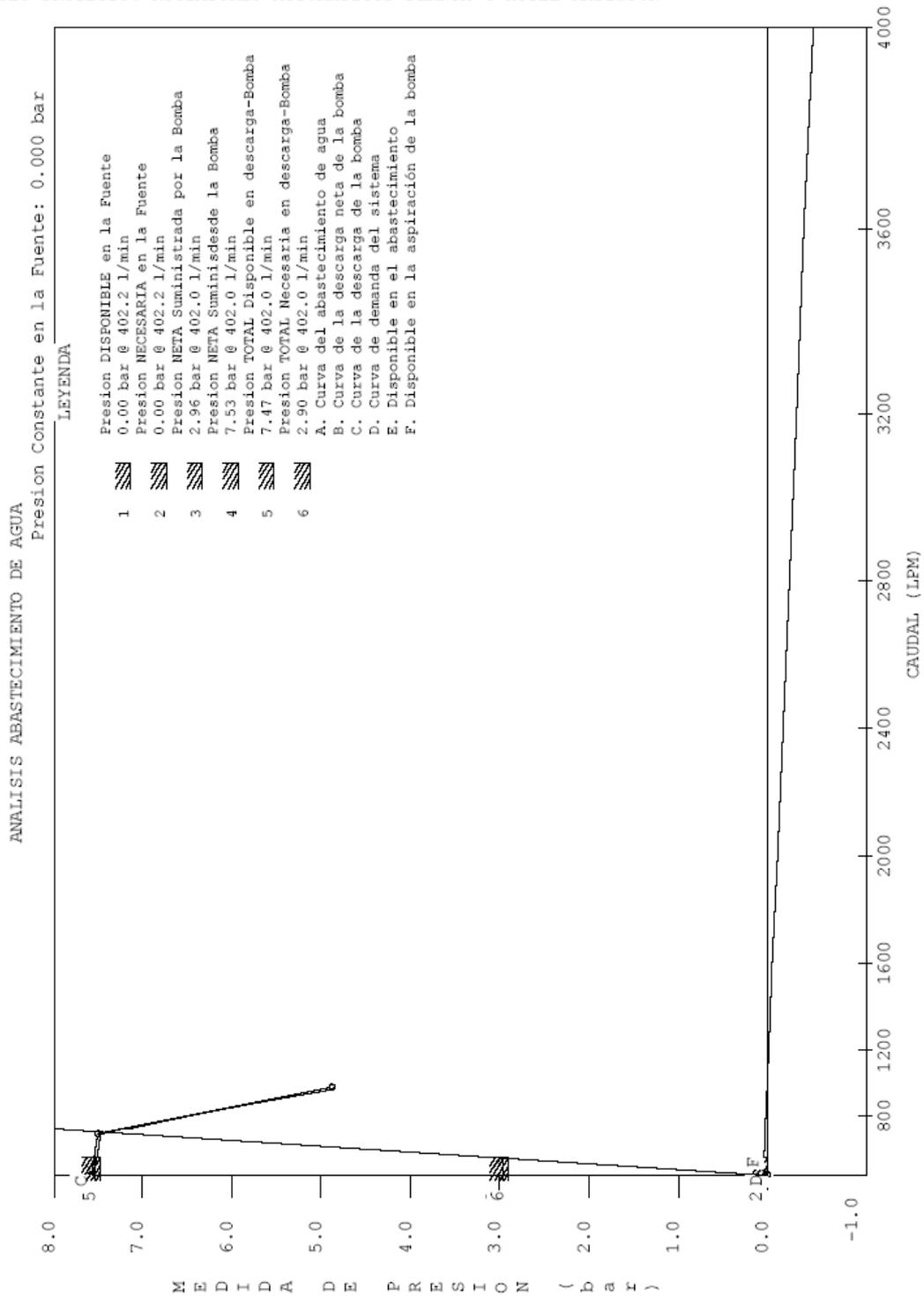




ANALISIS HIDRAULICO DE SISTEMA DE ROCIADORES Pagina 4  
FECHA: 3/28/2007 C:\HASS78S\MORAT01.SDF  
TITULO PROYECTO: ROCIADORES AUTOMATICOS PLANTA 4 HOTEL RADISSON

ETI DE TUB						Q (LPM)	DIA (MM)	LONG.	RESUM.
END	ELEV.	NOZ.	PT	DISC.	VEL (MPS)	HW (C)	(M)	SUM.	
EXTREMOS	(M)	(K)	(BAR)	(LPM)		FL/M		(BAR)	
Tuberia: 15									
14	18.96	0.0	0.506	0.0	1.57	120 Acc	7.40	PF 0.070	
15	18.96	0.0	0.576	0.0		0.0067 TL	10.45	PE 0.000	
Tuberia: 16									
15	18.96	0.0	0.576	0.0	0.09	120 Acc	3.40	PF 0.000	
16	18.96	0.0	0.576	0.0		0.0000 TL	7.06	PE 0.000	
Tuberia: 17									
15	18.96	0.0	0.576	0.0	0.84	120 Acc	5.00	PF 0.011	
19	18.96	0.0	0.586	0.0		0.0016 TL	6.83	PE 0.000	
Tuberia: 18									
19	18.96	0.0	0.586	0.0	0.84	120 Acc	11.50	PF 0.026	
18	18.96	0.0	0.613	0.0		0.0016 TL	16.99	PE 0.000	
Tuberia: 19									
17	18.96	0.0	0.597	0.0	0.96	120 Acc	4.00	PF 0.015	
18	18.96	0.0	0.613	0.0		0.0020 TL	7.66	PE 0.000	
Tuberia: 20									
18	18.96	0.0	0.613	0.0	1.80	120 Acc	0.50	PF 0.017	
PCL4	18.96	0.0	0.629	0.0		0.0064 TL	2.63	PE 0.000	
Tuberia: 21									
PCL4	18.96	0.0	0.629	0.0	1.80	120 Acc	1.30	PF 0.043	
20	18.96	0.0	0.673	0.0		0.0064 TL	6.79	PE 0.000	
Tuberia: 22									
20	18.96	0.0	0.673	0.0	1.31	120 Acc	19.00	PF 0.062	
21	0.40	0.0	2.552	0.0		0.0029 TL	21.13	PE 1.818	
Tuberia: 23									
21	0.40	0.0	2.552	0.0	1.31	120 Acc	16.70	PF 0.073	
22	-0.70	0.0	2.733	0.0		0.0029 TL	25.22	PE 0.108	
Tuberia: 24									
22	-0.70	0.0	2.733	0.0	0.77	120 Acc	0.50	PF 0.008	
PCONTROL	-1.20	0.0	2.790	0.0		0.0008 TL	10.26	PE 0.049	
Tuberia: 25									
PCONTROL	-1.20	0.0	2.790	0.0	0.77	120 Acc	0.50	PF 0.006	
23	-1.70	0.0	2.845	0.0		0.0008 TL	7.21	PE 0.049	
Tuberia: 26									
23	-1.70	0.0	2.845	0.0	0.77	120 Acc	4.40	PF 0.011	
24	-0.70	0.0	2.758	0.0		0.0008 TL	13.55	PE -0.098	
Tuberia: 27									
24	-0.70	0.0	2.758	0.0	1.80	120 Acc	1.00	PF 0.047	
25	-1.70	0.0	2.903	0.0		0.0064 TL	7.40	PE 0.098	
Tuberia: 28									
				BOMBA		Nominal: 660 l/min @		7.5 bar	
26	-1.7	0.0	-0.1	0.0		Disp. : 402.0 lpm @	7.5 bar		
25	-1.7	0.0	2.9	0.0		Nec. : 402.0 lpm @	3.0 bar		
Tuberia: 29									
26	-1.70	0.0	-0.057	0.0	1.31	120 Acc	1.10	PF 0.004	
27	-1.70	0.0	-0.053	0.0		0.0029 TL	1.40	PE 0.000	

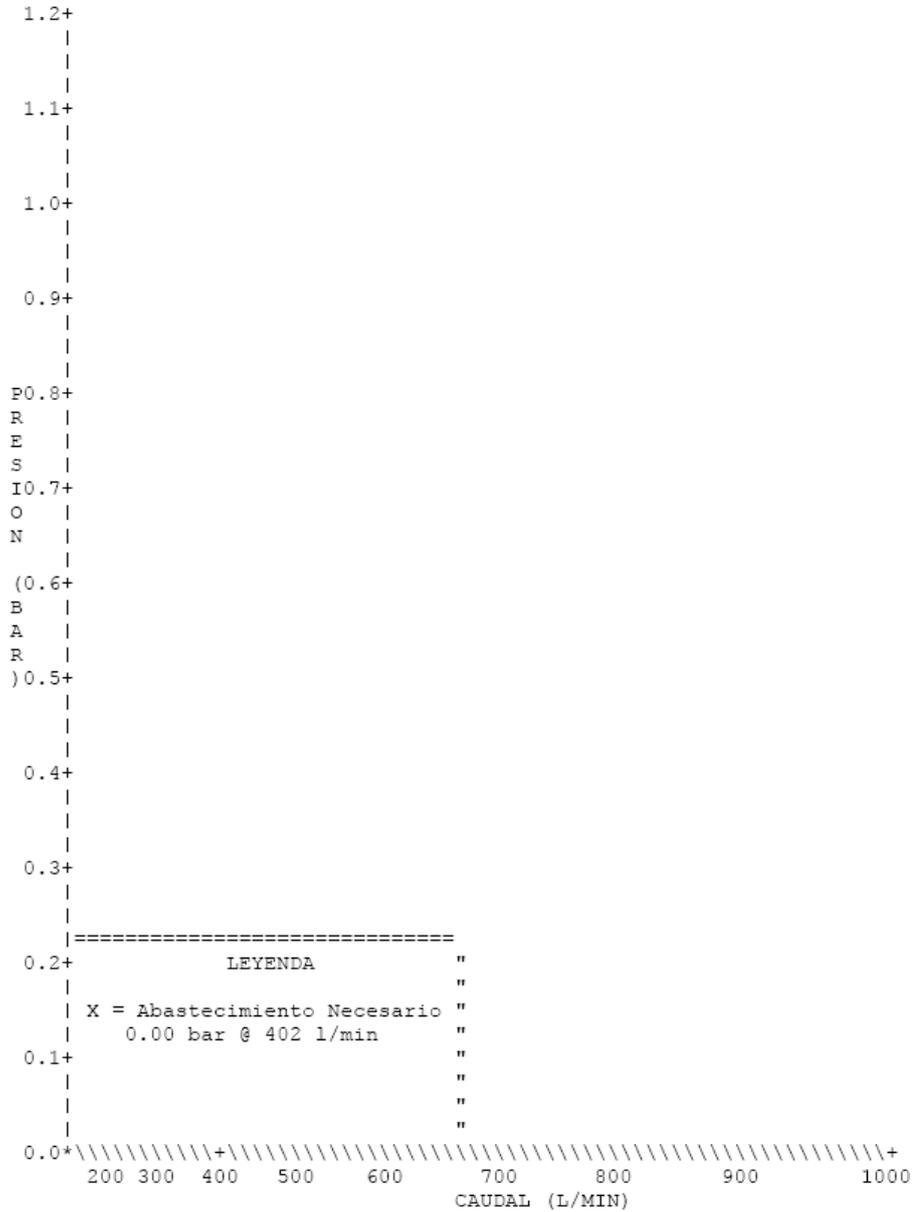






ANALISIS HIDRAULICO DE SISTEMA DE ROCIADORES Pagina 7  
FECHA: 3/28/2007 C:\HASS78S\MORAT01.SDF  
TITULO PROYECTO: ROCIADORES AUTOMATICOS PLANTA 4 HOTEL RADISSON

CURVA ABASTECIMIENTO DE AGUA





## 16.2. ANÁLISIS HIDRÁULICO PARA RED DE BIE

PROYECTOS MECANICOS DE INSTALACIONES INDUSTRIALES, S.A.  
PROMEC  
C/ARROYOFRESNO, 19 5ª PLANTA  
28035 MADRID

CALCULOS HIDRAULICOS

PARA

REDES DE BIES

FICHERO NUMERO: MORAT02.SDF  
FECHA: MAR 28, 2007

- DATOS DE DISEÑO -

CLIENTE/EDIFICIO:	HOTEL RADISSON
ACTIVIDAD:	HOTEL
CLASIFICACION DEL RIESGO:	USO RESIDENCIAL PUBLICO
NORMATIVA APLICABLE:	CTE / DB SI
TIPO DE BIE:	25 MM
PRESION MINIMA EN BIE:	4,7 BAR
NUMERO DE BIES CALCULADAS:	2
FACTOR K BIE UTILIZADA:	46
CAUDAL Y PRESION EN VALVULA:	200 lpm @ 7.01 bar
PLANO NUMERO:	PLANTA CUARTA
DISEÑADO POR:	ALBERTO GUTIERREZ
APROBADO POR:	ANDRES SANCHEZ

CALCULOS REALIZADOS CON HASS COMPUTER PROGRAM (LICENCIA N° 49041357)  
HRS SYSTEMS, INC.  
ATLANTA, GA



ANALISIS HIDRAULICO DE SISTEMA DE ROCIADORES Pagina 2  
 FECHA: 3/28/2007 C:\HASS78S\MORAT02.SDF  
 TITULO PROYECTO: BIES PLANTA 4 HOTEL RADISSON

DATOS ABASTECIMIENTO DE AGUA

FUENTE ETI DEL TAG	PRESION ESTATICA (BAR)	PRESION RESIDUAL @ (BAR)	CAUDAL (LPM)	PRESION DISPONIBLE (BAR)	DEMANDA TOTAL NECESARIA (LPM)	PRESION (BAR)
DEPOSITO	(N/A)	0.00	(N/A)	0.000	200.0	0.000

ANALISIS DE CAUDALES AGREGADOS:

CAUDAL TOTAL EN LA FUENTE 200.0 LPM  
 CAUDAL TOTAL EN FUENTE PARA MED. MANUALES 0.0 LPM  
 PREVISION PARA OTROS MEDIOS MANUALES 0.0 LPM  
 DESCARGA TOTAL DE LOS ROCIADORES EN OPER. 200.0 LPM

ANALISIS DATOS DE NUDOS

ETI DEL NUDO	ELEVACION (M)	TIPO DE NUDO	PRESION (BAR)	DESCARGA (L/MIN)
BIE1	17.63	K=46.00	4.726	100.0
BIE2	17.63	K=46.00	4.729	100.0
1	18.96	- - - -	4.650	- - -
2	18.96	- - - -	4.653	- - -
3	18.96	- - - -	4.718	- - -
4	18.96	- - - -	4.735	- - -
5	18.96	- - - -	4.751	- - -
6	0.40	- - - -	6.684	- - -
PCBIES	-1.50	- - - -	7.019	- - -
7	-1.70	- - - -	7.067	- - -
23	-1.70	- - - -	7.068	- - -
24	-0.70	- - - -	6.973	- - -
25	-1.70	- - - -	7.084	- - -
26	-1.70	- - - -	-0.051	- - -
27	-1.70	- - - -	-0.050	- - -
DEPOSITO	-2.20	FUENTE	0.000	200.0

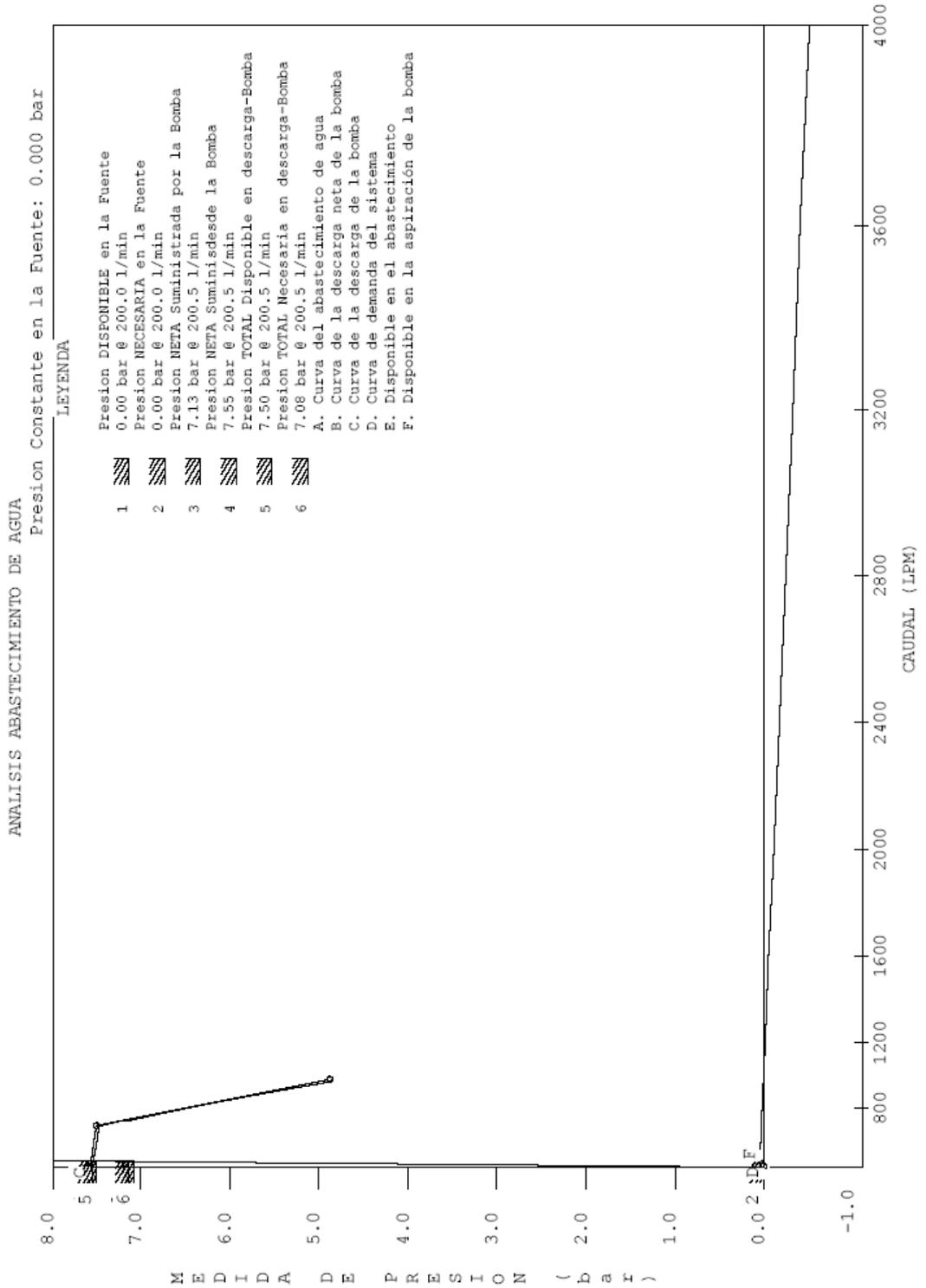


ANALISIS HIDRAULICO DE SISTEMA DE ROCIADORES Pagina 3  
FECHA: 3/28/2007 C:\HASS78S\MORAT02.SDF  
TITULO PROYECTO: BIES PLANTA 4 HOTEL RADISSON

DATOS DE TUBERIA

ETI DE TUB	END	ELEV.	NOZ.	PT	Q (LPM)	DIA (MM)	LONG.	RESUM.
EXTREMOS	(M)	(K)	(BAR)	(LPM)	VEL (MPS)	HW (C)	(M)	SUM.
						FL/M		(BAR)
Tuberia: 1								
BIE1	17.63	46.0	4.726	100.0	1.65	120	Acc	3E
1	18.96	0.0	4.650	0.0		0.0115	TL	4.73
								PV
Tuberia: 2								
1	18.96	0.0	4.650	0.0	1.21	120	Acc	2ET
4	18.96	0.0	4.735	0.0		0.0055	TL	15.48
								PV
Tuberia: 3								
BIE2	17.63	46.0	4.729	100.0	1.65	120	Acc	3E
2	18.96	0.0	4.653	0.0		0.0115	TL	4.73
								PV
Tuberia: 4								
2	18.96	0.0	4.653	0.0	1.21	120	Acc	ET
3	18.96	0.0	4.718	0.0		0.0055	TL	11.86
								PV
Tuberia: 5								
3	18.96	0.0	4.718	0.0	0.76	120	Acc	ET
4	18.96	0.0	4.735	0.0		0.0017	TL	9.77
								PV
Tuberia: 6								
4	18.96	0.0	4.735	0.0	1.51	120	Acc	E
5	18.96	0.0	4.751	0.0		0.0062	TL	2.52
								PV
Tuberia: 7								
5	18.96	0.0	4.751	0.0	1.51	120	Acc	----
6	0.40	0.0	6.684	0.0		0.0062	TL	18.56
								PV
Tuberia: 8								
6	0.40	0.0	6.684	0.0	1.51	120	Acc	4E
PCBIES	-1.50	0.0	7.019	0.0		0.0062	TL	23.88
								PV
Tuberia: 9								
PCBIES	-1.50	0.0	7.019	0.0	1.51	120	Acc	T
7	-1.70	0.0	7.067	0.0		0.0062	TL	4.45
								PV
Tuberia: 10								
7	-1.70	0.0	7.067	0.0	0.38	120	Acc	T
23	-1.70	0.0	7.068	0.0		0.0002	TL	4.10
								PV
Tuberia: 11								
23	-1.70	0.0	7.068	0.0	0.38	120	Acc	3E
24	-0.70	0.0	6.973	0.0		0.0002	TL	13.55
								PV
Tuberia: 12								
24	-0.70	0.0	6.973	0.0	0.90	120	Acc	CB
25	-1.70	0.0	7.084	0.0		0.0017	TL	7.40
								PV
Tuberia: 13								
				BOMBA		Nominal:	660 l/min @	7.5 bar
26	-1.7	0.0	-0.1	0.0		Disp. :	200.5 lpm @	7.5 bar
25	-1.7	0.0	7.1	0.0		Nec. :	200.5 lpm @	7.1 bar
Tuberia: 14								
26	-1.70	0.0	-0.051	0.0	0.65	120	Acc	G
27	-1.70	0.0	-0.050	0.0		0.0008	TL	1.40
								PV







### 16.3. ANÁLISIS ALUMBRADO DE EMERGENCIA

