



4. INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

A continuación se justifica el diseño adoptado para las instalaciones de detección y extinción de incendios correspondiente al edificio de 20.000 m² destinado a institución ferial.

Conforme al Código Técnico de la Edificación, Documento Básico DI SI, sección 4 “*Detección, control y extinción del incendio*” los edificios deben disponer de los equipos e instalaciones de protección contra incendios que se indican en la tabla 1.1 del Capítulo 1 de la Sección 1 del DB SI.

El diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el *mantenimiento* de dichas instalaciones, así como sus materiales, componentes y equipos, deben cumplir lo establecido en el “*Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios*”, en sus disposiciones complementarias y en cualquier otra reglamentación específica que le sea de aplicación. La puesta en funcionamiento de las instalaciones requiere la presentación, ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma, del certificado de la empresa instaladora al que se refiere el artículo 18 del citado reglamento.

Aquellas zonas cuyo *uso previsto* sea diferente y subsidiario del principal del edificio o del *establecimiento* en el que estén integradas y que, conforme a la tabla 1.1 del Capítulo 1 de la Sección 1 del DB SI, deban constituir un *sector de incendio* diferente, deben disponer de la dotación de instalaciones que se indica para el *uso previsto* de la zona.



4.1. SECTORES DE INCENDIO

De acuerdo con el Código Técnico de la Edificación, el edificio ha de dividirse en distintos sectores de incendio. Entendiéndose por sector de incendio todo espacio del edificio separado de otras zonas del mismo por elementos constructivos delimitadores resistentes al fuego durante un período de tiempo determinado, en el interior del cual se puede confinar (o excluir) el incendio para que no se pueda propagar a (o desde) otra parte del edificio. (DPC - DI2)

Los edificios se deben compartimentar en sectores de incendio según las condiciones que se establecen en la tabla 1.1 de la Sección 1 “Propagación interior” del DB SI perteneciente a la Parte 2 del CTE.

En general:

- Todo establecimiento debe constituir sector de incendio diferenciado del resto del edificio excepto, en edificios cuyo uso principal sea Residencial Vivienda, los establecimientos cuya superficie construida no exceda de 500 m² y cuyo uso sea Docente, Administrativo o Residencial Público.
- Toda zona cuyo uso previsto sea diferente y subsidiario del principal del edificio o del establecimiento en el que esté integrada debe constituir un sector de incendio diferente cuando supere los siguientes límites:

Zona de uso Residencial Vivienda, en todo caso.

Zona de alojamiento (1) o de uso Administrativo, Comercial o Docente cuya superficie construida exceda de 500 m².

Zona de uso Pública Concurrencia cuya ocupación exceda de 500 personas.



Zona de uso Aparcamiento cuya superficie construida exceda de 100 m²

- (2) Cualquier comunicación con zonas de otro uso se debe hacer a través de vestíbulos de independencia.

- Un espacio diáfano puede constituir un único sector de incendio, cualquiera que sea su superficie construida, siempre que al menos el 90% de ésta se desarrolle en una planta, sus salidas comuniquen directamente con el espacio libre exterior, al menos el 75% de su perímetro sea fachada y no exista sobre dicho *recinto* ninguna zona habitable.
- No se establece límite de superficie para los *sectores de riesgo mínimo*.

Pública Concurrencia

- La superficie construida de cada *sector de incendio* no debe exceder de 2.500 m², excepto en los casos contemplados en los guiones siguientes.
- Los espacios destinados a público sentado en asientos fijos en cines, teatros, auditorios, salas para congresos, etc., así como los museos, los espacios para culto religioso y los recintos polideportivos, feriales y similares pueden constituir un *sector de incendio* de superficie construida mayor de 2.500 m² siempre que:
 - a) estén compartimentados respecto de otras zonas mediante elementos EI 120;
 - b) tengan resuelta la evacuación mediante *salidas de planta* que comuniquen, bien con un *sector de riesgo mínimo* a través *de vestíbulos de independencia*, o bien con un *espacio exterior seguro*;
 - c) los materiales de revestimiento sean B-s1,d0 en paredes y techos y BFL-s1 en suelos;
 - d) la *densidad de la carga de fuego* debida a los materiales de revestimiento y al mobiliario fijo no exceda de 200 MJ/m² y



e) no exista sobre dichos espacios ninguna zona habitable.

- Las *cajas escénicas* deben constituir un *sector de incendio* diferenciado.

Las superficies máximas indicadas en dicha tabla para los sectores de incendio pueden duplicarse cuando estén protegidos con una instalación automática de extinción que no sea exigible conforme a este DB.

Además las zonas integradas en edificios que satisfagan las condiciones de la siguiente tabla, serán consideradas zonas de riesgo especial.

LOCALES Y ZONAS DE RIESGO ESPECIAL

Tabla 2.1 Clasificación de los locales y zonas de riesgo especial integrados en edificios

Uso previsto del edificio o establecimiento	Tamaño del local o zona		
	S = superficie construida	V = volumen construido	
	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo alto
En cualquier edificio o establecimiento:			
- Talleres de mantenimiento, almacenes de elementos combustibles (p. ej.: mobiliario, lencería, limpieza, etc.) archivos de documentos, depósitos de libros, etc.	100 < V ≤ 200 m ³	200 < V ≤ 400 m ³	V > 400 m ³
- Almacén de residuos	5 < S ≤ 15 m ²	15 < S ≤ 30 m ²	S > 30 m ²
- Aparcamiento de vehículos de hasta 100 m ²	En todo caso		
- Cocinas según potencia instalada P (kW)	20 < P ≤ 30 kW	30 < P ≤ 50 kW	P > 50 kW
- Lavanderías. Vestuarios de personal. Camerinos ⁽³⁾	20 < S ≤ 100 m ²	100 < S ≤ 200 m ²	S > 200 m ²
- Salas de calderas con potencia útil nominal P	70 < P ≤ 200 kW	200 < P ≤ 600 kW	P > 600 kW
- Salas de máquinas de instalaciones de climatización (UTAs, climatizadores y ventiladores)	En todo caso		
- Salas de maquinaria frigorífica: refrigerante amoniaco refrigerante halogenado	P ≤ 400 kW	En todo caso P > 400 kW	
- Almacén de combustible sólido para calefacción		En todo caso	
- Local de contadores de electricidad	En todo caso		
- Centro de transformación		En todo caso	
- aparatos con aislamiento dieléctrico seco o líquido con punto de inflamación mayor que 300°C			
- aparatos con aislamiento dieléctrico con punto de inflamación que no exceda de 300°C y potencia instalada P: total en cada transformador	P < 2 520 kVA P ≤ 30 kVA	2520 < P ≤ 4000 kVA 630 < P ≤ 1000 kVA	P > 4 000 kVA P > 1 000 kVA
- Sala de maquinaria de ascensores	En todo caso		
Pública concurrencia			
- Taller o almacén de decorados, de vestuario, etc.	100 < V ≤ 200 m ³	V > 200 m ³	

De acuerdo con la normativa, cada planta del edificio se ha dividido en sectores de incendio, estando representada la distribución de los distintos sectores de incendio en los planos correspondientes a la instalación de protección contra incendios, CI-1, CI-2 y CI-3.



4.2. INSTALACIÓN DE DETECCIÓN Y ALARMA

4.2.1. Introducción

Según la tabla 1.1 del Capítulo 1 de la Sección 1 del DB SI, para los establecimientos de pública concurrencia es necesario dotar de un sistema de detección de incendio si la superficie construida excede de 1000 m². Por tanto, para el edificio proyectado vemos que se exige la instalación de un sistema de detección de incendio.

Para diseñar y calcular la instalación de detección se siguen las recomendaciones del “Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios”.



4.2.2. Zonas de Detección

Una zona de detección debe cumplir con todos los requisitos siguientes:

- Superficie en planta menor de 2000 m².
- Distancia de búsqueda o distancia que ha de recorrer una persona dentro de la zona afectada para localizar el fuego, menor de 30 m.
- Cuando una zona se extienda más allá de un compartimiento de incendios, los límites de la zona deberán ser los límites de los compartimientos de incendios y la superficie en planta no deberá exceder de 300 m².
- Cada planta de un edificio será una zona de detección salvo que la zona sea una caja de escalera, un patio de luz, una caja de ascensor, que se extienda a más de una planta y que estén dentro de un compartimiento de incendios o que la superficie total por planta del edificio sea menor de 300 m².

En el caso que nos ocupa tenemos un edificio de cuatro plantas en las que se han establecido una serie de zonas de detecciones individuales mediante sistema analógico.



4.2.3. Zonas de Alarmas

La división del edificio en zonas de alarma dependerá de la necesidad de diferenciar el tipo de alarma a emitir. Si la señal de alarma debe darse siempre a todo el edificio, no será necesaria ninguna división.

Aplicado a nuestro caso, no es necesario diferenciar distintas zonas de alarma dado el carácter esencialmente diáfano del mismo.

4.2.4. Elección de los Detectores

Los detectores utilizados en este proyecto han sido seleccionados siguiendo las siguientes características de los detectores de incendio:

Detectores ópticos de humo

Su altura máxima de instalación son 12 m

No indicados en usos al aire libre.

No pueden detectar los productos provenientes de líquidos de combustión limpia.

No indicados en lugares donde los procesos de producción u otros generen humo, vapores, polvo, etc.

No indicado para locales donde la temperatura ambiente pueda ser superior a 50°C.

Indicados en fuegos de combustión lenta y/o generación de humo.



Detectores Térmicos

Se consideran como los menos sensibles.

No indicados en usos al aire libre.

No son indicados para fuegos de combustión lenta.

Dadas las características de los distintos detectores de humo se instalarán preferentemente de tipo óptico, excepto en lugares donde puedan causar falsas alarmas (lugares con humos y bajas temperaturas) donde se instalarán termovelocimétricos.

Dadas las características de los distintos detectores automáticos de incendio se decide instalar detectores ópticos en todas las zonas a excepción de aquellas que por su función sea necesaria la instalación de detectores térmicos.

4.2.5. Distribución de los Elementos

Una vez que hemos dividido el edificio en zonas de detección y alarma y se ha seleccionado el tipo de detector apropiado para cada zona procedemos a la distribución de los mismos. Para ello debemos tener en cuenta lo siguiente:

a) Detectores ópticos de humo

- La distancia mínima entre detectores y muros, vigas o similar será de 50 cm.
- La distancia mínima entre detectores y conductos o elementos cuya distancia al techo sea menor o igual a 15 cm debe ser también de 50 cm.



- Todo muro, tabique o estantería de almacenamiento que llegue a menos de 30 cm del techo, deberá considerarse como si llegaría al techo y las secciones delimitadas por ellos como locales separados.
- Los detectores deben estar libres de obstáculos en una zona de 50 cm a su alrededor (lateral y verticalmente).
- No deben instalarse en corrientes de aire procedentes de las instalaciones de aire acondicionado, ventilación o climatización. Si han de montarse a menos de 1 m de cualquier entrada de aire o en puntos donde la velocidad del aire sea mayor de 1 m/s, deberá prestarse especial atención a los efectos de la corriente de aire sobre el detector.
- En todos los locales donde la inclinación de la cubierta supere los 20° y en los que la cubierta constituye a su vez el techo, deberá instalarse una hilera de detectores en el plano vertical que pasa por la cumbre o en la parte más alta del local.

Para determinar el número de detectores necesarios se emplea la siguiente tabla:

SL (m ²)	H (m)	$i \leq 15^\circ$		$15^\circ \leq i \leq 30^\circ$		$i \geq 30^\circ$	
		$p \leq 0.2679$		$0 . 2679 \leq p \leq 0 . 5774$		$p \geq 0 . 57774$	
		Sv (m ²)	Smax (m)	Sv (m ²)	Smax (m)	Sv (m ²)	Smax (m)
< 30	< 12	80	11,4	80	13	80	15,1
> 30	< 6	60	9,9	80	13	100	17
	6 < H < 12	80	11,4	100	14,1	120	18,7

- i Inclinación del techo - Sv Superficie máxima de vigilancia
- p Pendiente del techo - Smax Distancia máxima entre detectores
- SL Superficie del local - H Altura del local



Los detectores se situarán de forma que el elemento sensible del mismo se encuentre a una distancia del techo dada por la tabla siguiente:

Altura de local h (m)	Distancia "a" del elemento sensible al techo o cubierta (mm)					
	pendiente < 15º		Pendiente 15-30º		pendiente > 30º	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max
h<6	30	200	200	300	300	500
6<h<8	70	250	250	400	400	600
8<h<10	100	300	300	500	500	700
10<h<12	150	350	350	600	600	800

b) Detectores térmicos

- La distancia mínima entre detectores y muros, vigas o similar será de 50 cm.
- La distancia mínima entre detectores y conductos o elementos cuya distancia al techo sea menor o igual a 15 cm debe ser también de 50 cm.
- Todo muro, tabique o estantería de almacenamiento que llegue a menos de 30 cm del techo, deberá considerarse como si llegaría al techo y las secciones delimitadas por ellos como locales separados.
- Los detectores deben estar libres de obstáculos en una zona de 50 cm a su alrededor (lateral y verticalmente).
- No deben instalarse en corrientes de aire procedentes de las instalaciones de aire acondicionado, ventilación o climatización. Si han de montarse a menos de 1 m de cualquier entrada de aire o en puntos donde la velocidad del aire sea mayor de 1 m/s, deberá prestarse especial atención a los efectos de la corriente de aire sobre el detector.
- En todos los locales donde la inclinación de la cubierta supere los 20º y en los que la cubierta constituye a su vez el techo, deberá instalarse una hilera de



detectores en el plano vertical que pasa por la cumbre o en la parte más alta del local.

Para determinar el número de detectores necesarios se emplea la siguiente tabla:

SL (m ²)	H (m)	I<=15°		15°<=i<=30°		i>30°	
		P<=0.2679		0.2679<=p<=0.5774		p>0.5774	
		Sv (m ²)	Smax (m)	Sv (m ²)	Smax (m)	Sv (m ²)	Smax (m)
SL<=30	Cat 1 = 7.5	30	7.9	30	9.2	30	10.6
	Cat 2 = 6						
	Cat 3 = 4.5						
SL>30	Cat 1 = 7.5	20	6.5	30	9.2	30	12.2
	Cat 2 = 6						
	Cat 3 = 4.5						

- i Inclinación del techo -Sv Superficie máxima de vigilancia
-p Pendiente del techo -Smax Distancia máxima entre detectores
-SL Superficie del local -H Altura del local

c) Pulsadores de alarma

Como norma general los pulsadores de alarma deben situarse en las rutas de salida de emergencia, junto a cada puerta de acceso a las escaleras de emergencia (en el interior o en el exterior) y cada salida al aire libre.

Además deben situarse de manera que ninguna persona tenga que desplazarse a más de 30 m para alcanzar uno.

Deben fijarse a una altura del suelo comprendida entre 1,2 m y 1,5 m

d) Señales acústicas



Las señales acústicas destinadas a la instalación de detección deberán ser las mismas para todo el edificio y no deben utilizarse para otro fin.

Como mínimo deberá preverse un timbre/sirena por cada compartimiento de incendios y un mínimo de dos para un edificio.

El nivel sonoro debe ser audible por encima de cualquier ruido ambiental, en concreto:

- Deberá ser como mínimo de 65 dB(A) o de 5dB(A) por encima de cualquier otro posible ruido que pueda durar mas de 30 segundos (adoptando el mas elevado)
- El nivel sonoro no deberá exceder de 120 dB(A) en ningún punto situado a mas de 1m de la fuente sonora.

El número de aparatos instalados se determina de acuerdo con lo siguiente:

- El nº de campanas/sirenas deberá ser el suficiente para obtener el nivel sonoro expresado anteriormente.
- El nº mínimo de avisadores será de dos en un edificio y uno por cada sector de incendios.

Para evitar niveles excesivos en algunas zonas se ha preferido situar más sirenas con menos potencia.

El tono empleado por las sirenas para los avisos de incendio debe ser exclusivo a tal fin.

e) Cableado



En la instalación del cableado necesario para la conexión de los elementos con la central de control se ha tenido en cuenta las especificaciones indicadas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Como Bus de comunicaciones para los elementos inteligentes; se utilizará un conductor trenzado y apantallado con las siguientes características:

- Cable: trenzado y apantallado de dos conductores.
- Trenzado: con paso de 20 a 40 vueltas por metro.
- Apantallado: aluminio Mylar con hilo de drenaje.
- Resistencia total del cableado de lazo: inferior a 40 ohmios.
- Capacidad: inferior a 0.5 microfaradios.

La sección del cable se ha elegido de acuerdo con la siguiente tabla:

Longitud del lazo	Sección
hasta 1.000 metros	2 x 1 mm ²
hasta 1.500 metros	2 x 1.5 mm ²
hasta 2.500 metros	2 x 2.5 mm ²

El cable de alimentación de los equipos auxiliares es del tipo unifilar convencional.

Para calcular la sección necesaria calcularemos las caídas de tensión de acuerdo con la fórmula:

$$E = \frac{2 \cdot P \cdot L}{k \cdot S \cdot V}, \quad \text{donde:}$$

e: caída de tensión en voltios

P: es la potencia $P = V \times i$

L: es la longitud del cable en metros

k: para el cobre 56 y para el aluminio 35

s: sección del cable en mm².



V: tensión en voltios.

f) Fuentes de alimentación:

Las normas UNE obligan a que el sistema esté dotado de doble alimentación, esto normalmente se ha resuelto alimentando directamente a la central de la red general eléctrica del edificio y utilizando como reserva un grupo de baterías conectado a un cargador de la central, estas entrarán en funcionamiento si la principal falla.

- **Duración:** según UNE la capacidad de la alimentación de emergencia en caso de fallo cumplirá las exigencias de la siguiente tabla:

CONDICIONES	REPOSO	ALARMA
Siempre	72 horas	30 min.
Existe un servicio de vigilancia local o remoto, con compromiso de reparación en 24 h.	24 horas	30 min.
Existen en el lugar repuestos, personal y generador de emergencia	4 horas	30 min.

- **Cálculo de la capacidad**

Para el cálculo empleamos la fórmula:

$$C_{\min} = A1 \cdot t1 + A2 \cdot t2, \quad \text{donde:}$$

t1 y t2 son los tiempos de funcionamiento en reposo y alarma respectivamente.

A1 y A2 son los consumos del sistema en amperios en reposo y alarma.

Se deberá considerar un 25% más por envejecimiento de las baterías luego la capacidad total será de: **1,25 x C_{min}**.



Para el cálculo de A1, sumamos los consumos de todos los elementos integrantes del sistema de detección, y para determinar A2, calculamos los consumos en alarma de todos los elementos que intervienen simultáneamente.



4.3. CONTROL DE HUMOS

Según el *Código Técnico de la Edificación, Documento Básico DB SI “Seguridad en caso de incendio”*, para los establecimientos de pública concurrencia cuya ocupación exceda de 1000 personas, es necesario instalar un sistema de control del humo de incendio capaz de garantizar dicho control durante la evacuación de los ocupantes, de forma que ésta se pueda llevar a cabo en condiciones de seguridad. Este sistema de control de humos debe ser diseñado de acuerdo con las normas UNE 23585:2004 y EN 12101:2005.

4.3.1. Cálculo de la ocupación

La tabla 2.1 del CTE-DB-SI-06 define los índices de ocupación para las distintas actividades desarrolladas en los edificios de pública concurrencia. De este modo, la ocupación del edificio se describe en la siguiente tabla.



Zona	Superficie (m ²)	Tipo actividad	Ocupación (m ² /pers)	Nº Pers
Recinto Ferial		-		
Exposición Planta 1 Cota +/- 0,00	1418,5	zona de uso público en museos, ferias...	2	709
Exposición Planta 2 Cota +3,84	8855,35	zona de uso público en museos, ferias...	2	4428
Zona administrativa/Centro de congresos				
Taquillas	26,35	Administrativa	10	3
Botiquín	25,5	Administrativa	10	3
Seguridad y control	13,25	Administrativa	10	1
Vestuario de Personal	70,4	Vestuario	2	35
Azafatas	18,85	Administrativa	10	2
Guardias de seguridad	18,85	Administrativa	10	2
Vestíbulo centro de congresos	304,65	Vestíbulo general	2	152
Sala 1	94,8	Zona de público sentado sin asientos definidos en proyecto	0,25	379
Sala 2	75,35	Zona de público sentado sin asientos definidos en proyecto	0,25	301
Aseos	56,55	zona de uso público en museos, ferias...	2	28
Administración	84,15	Administrativa	10	8
Salas de reuniones	94,3	Administrativa	10	9
Archivo	48,25	Almacenes	10	5
Técnicos	42,1	Administrativa	10	4
Salas de juntas	42,65	Administrativa	10	4
Despacho del concejal	29,55	Administrativa	10	3
Despachos de directores de ferias	102,5	Administrativa	10	10
Salón de actos				
Salón de actos - camerinos - zona vip	843,05	Zona de público sentado con asientos definidos en proyecto		600
Vestíbulos				
Vestíbulo general cota +/- 0,00- escalera de acceso	272	Vestíbulo general	2	136
Vestíbulo general cota +3,84	583,8	Vestíbulo general	2	292
Bar planta 1 cota +/-0,00				
Bar - cocina - Restaurante Cota 3,40	243,55	Zonas de servicio en bares, restaurantes...	10	24
Bar - cafetería planta 2 cota +3,84				
Bar - cocina - autosalvicio	531,7	Zonas de público en restaurantes de comida rápida	1,2	443
Restaurante planta 3 cota +7,68				
Restaurante - aseos	511,4	Zonas de público en restaurantes sentados	1,5	341
Salas de exposiciones Planta 3 cota +7,68				
Salas 1 a 4 Cota +7,68	920,3	zona de uso público en museos, ferias...	2	460
Aseos y cuartos auxiliares cota +7,68	237,6	zona de uso público en museos, ferias...	2	119
TOTAL				8503

Tenemos, por tanto una ocupación máxima aproximada de 8.500 personas en el edificio destinado a institución ferial.

4.3.2. Diseño de la instalación de control de humos

Como se ha comentado anteriormente, el diseño, cálculo, instalación y mantenimiento del sistema pueden realizarse de acuerdo con las normas **UNE 23585:2004** (de la cual no debe tomarse en consideración la exclusión de los sistemas de evacuación mecánica o forzada que se expresa en el último párrafo de su apartado “0.3 Aplicaciones”) y **EN 12101-6:2005**.



Para realizar las hipótesis necesarias en el diseño de la instalación de control de humos de incendio, se han tomado como datos de diseño:

- Altura media del local (h): 9 m.
- Altura limpia por encima de las rutas de evacuación (Y): 7 m.
- Flujo de calor convectivo en la abertura de la habitación (Qw): 5 MW
- Superficie máxima depósito de humos: 2.000 m².
- Capa flotante: 2 m.
- Calor liberado: 250 kW/m² < qf < 625 kW/m²
- Perímetro del incendio (P): 24 m.

Para el caso de penachos por encima de grandes incendios, el caudal de aire que entra dentro del penacho es grande, de manera que, la masa de los productos de combustión puede ignorarse y los gases de los humos pueden ser tratados para los fines de cálculo como aire contaminado. El valor del caudal de aire que entra dentro de un penacho ascendente de humos por encima de un incendio (Mf) puede obtenerse utilizando la ecuación:

$$Mf = Ce \cdot P \cdot Y^{3/2} \text{ Kg/s}$$

donde:

Ce es el coeficiente del caudal entrante para un gran penacho ($Ce = 0.190$ para recintos de gran espacio).

Obtenemos por tanto un caudal de humo para la hipótesis formulada de $Mf = 84,45 \text{ Kg/s}$

El modelo de incendio de proyecto será de capa combustible controlada, de manera que la masa circulante de los gases de los humos que pasa a través de una abertura vertical (Mw) puede determinarse mediante la siguiente ecuación:



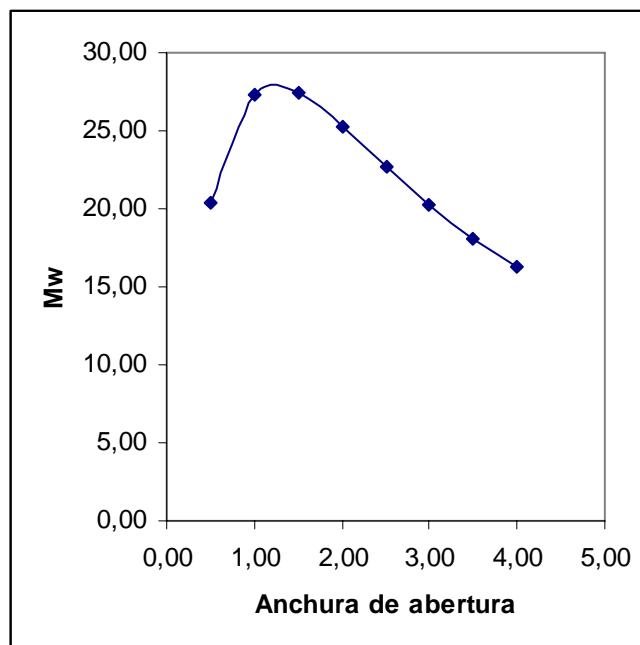
$$Mw = \frac{Ce \cdot P \cdot W \cdot h^{3/2}}{\left[W^{3/2} + \frac{1}{Cd} \left[\frac{Ce \cdot P}{2} \right]^{2/3} \right]^{3/2}} \text{ Kg/s}$$

donde:

W es la anchura de la abertura en metros (m)

Cd es el coeficiente de eficacia de descarga de la abertura, en el caso que el techo está a ras de la parte superior de la abertura Cd = 1

La siguiente curva representa la masa que evacua una abertura en función de la anchura de la misma.



De manera que si disponemos de 4 aberturas de 1 m² se consigue un caudal de evacuación de 109,04 Kg/s, quedando demostrado que la solución adoptada cumple con la normativa vigente en cuestión de control de humos de incendio



4.4. DOTACIÓN DE EXTINTORES

Según la tabla 1.1 del Capítulo 1 de la Sección 1 del DB SI se establece que, para todos los establecimientos la dotación mínima es de uno de eficacia 21A -113B:

- Cada 15 m de recorrido en cada planta, como máximo, desde todo origen de evacuación.
- En las zonas de riesgo especial conforme al capítulo 2 de la Sección 1(1) del DB-SI

4.5. HIDRANTES EXTERIORES

Según la tabla 1.1 del Capítulo 1 de la Sección 1 del DB SI se establece:

En general:

- Si la *altura de evacuación* descendente excede de 28 m o si la ascendente excede 6 m, así como en *establecimientos* de densidad de ocupación mayor que 1 persona cada 5 m² y cuya superficie construida está comprendida entre 2.000 y 10.000 m².
- Al menos un hidrante hasta 10.000 m² de superficie construida y uno más por cada 10.000 m² adicionales o fracción.

Pública concurrencia:

- En cines, teatros, auditorios y discotecas con superficie construida comprendida entre 500 y 10.000 m² y en recintos deportivos con superficie construida comprendida entre 5.000 y 10.000 m².

Para el edificio proyectado se dispondrán por tanto de 2 hidrantes exteriores.



4.6. INSTALACIÓN DE LA RED DE BIE'S

4.6.1. Introducción. Condiciones de diseño

Según la tabla 1.1 del Capítulo 1 de la Sección 1 del DB SI se establece que, para los establecimientos de pública concurrencia, se tiene que equipar con una instalación de Bocas de Incendio si la superficie excede de 500 m². Por tanto para el edificio proyectado es necesaria su instalación.

Para el diseño de la red de BIE's, de acuerdo con el “*Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios*”, se realiza un estudio de las pérdidas de carga totales que concurren en dicha instalación. Para ello se realiza una hoja de cálculo en la que se detallan las características que concurren en cada una de las BIES, obteniéndose la pérdida de carga en el circuito más desfavorable. De esta forma obtenemos la presión mínima que debe proporcionar la bomba de la instalación.

Los sistemas de bocas de incendio equipadas estarán compuestos por:

- fuente de abastecimiento de agua,
- una red de tuberías para la alimentación de agua
- bocas de incendio equipadas (BIE)

Las bocas de incendio equipadas (BIE) pueden ser de los tipos BIE de 45 mm y BIE de 25 mm.



Las bocas de incendio equipadas deberán, antes de su fabricación o importación, ser aprobadas de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 2 del Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios, justificándose el cumplimiento de lo establecido en las normas UNE 23.402 y UNE 23.403.

Las BIE deberán montarse sobre un soporte rígido de forma que la altura de su centro quede como máximo a 1,50 m sobre el nivel del suelo o a más altura si se trata de BIE de 25 mm, siempre que la boquilla y la válvula de apertura manual, si existen, estén situadas a la altura citada.

Las BIE se situarán, siempre que sea posible, a una distancia máxima de 5 m de las salidas de cada sector de incendio, sin que constituyan obstáculo para su utilización.

El número y distribución de las BIE en un sector de incendio, en espacio diáfano, será tal que la totalidad de la superficie del sector de incendio en que estén instaladas quede cubierta por una BIE, considerando como radio de acción de ésta la longitud de su 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.

Se deberá mantener alrededor de cada BIE una zona libre de obstáculos que permita el acceso a ella y su maniobra sin dificultad.

La red de tuberías deberá proporcionar, durante una hora, como mínimo, en las hipótesis de funcionamiento simultáneo de las dos BIE hidráulicamente más



desfavorables, una presión dinámica mínima de 2 bares en el orificio de salida de cualquier BIE.

Las condiciones establecidas de presión, caudal y reserva de agua deberán estar adecuadamente garantizadas.

El sistema de BIE se someterá, antes de su puesta en servicio, a una prueba de estanquidad y resistencia mecánica, sometiendo a la red a una presión estática igual a la máxima de servicio y como mínimo a 980 kPa (10 kg/cm²), manteniendo dicha presión de prueba durante dos horas, como mínimo, no debiendo aparecer fugas en ningún punto de la instalación.

4.6.2. Diseño de la Instalación

Se proyecta una red de uso exclusivo para la red de BIE's, que se abastece desde un aljibe existente en el edificio y de capacidad 12 m³.

Las Bies proyectadas son del tipo de 25 mm de diámetro nominal y longitud de 20 metros.

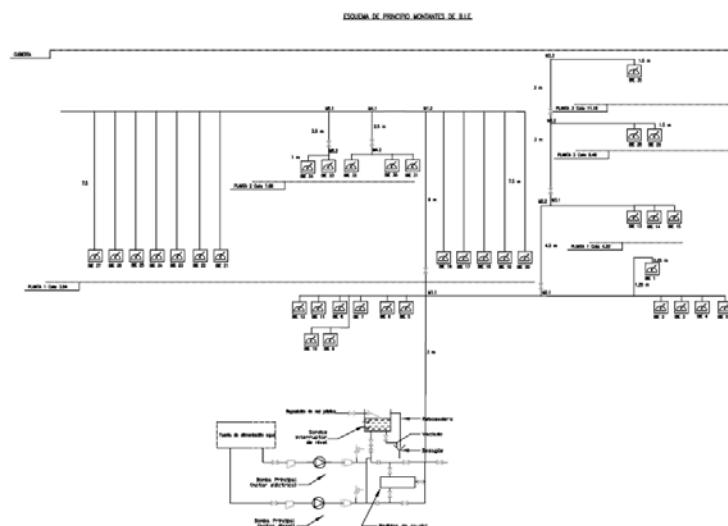
Las características para el cálculo de este tipo de BIES son:

- Volumen mínimo necesario en el aljibe : 12 m³
- Caudal en el grupo de presión : 12 m³/h



- Presión dinámica mínima de 2 Kg/cm² en el orificio de salida en la hipótesis de funcionamiento simultáneo de las dos BIE's más desfavorable. Y presión dinámica máxima de 5 Kg/cm².
- Autonomía mínima de de 1 hora
- Velocidad máxima del agua en las tuberías-. 1.8 m/s

La instalación se ha proyectado según el esquema de funcionamiento:



La numeración empleada para el cálculo se encuentra detallada en los planos de la instalación de protección contra incendios, II-1, II-2, II-3, II-4.



4.6.3. Fórmulas de Cálculo

Para el cálculo de la pérdida de carga en la tubería se utilizará la conocida expresión de Hazen-Williams:

$$P = 6.05 \frac{Q^{1.85}}{C^{1.85} d^{4.87}} L \cdot 10^8$$

- P ,,, pérdida de carga unitaria de la tubería en mm. de columna de agua por metro
- Q ,,, caudal que pasa por la tubería en l/min
- C,, constante que depende del tipo de materia de la tubería. Para acero negro C=120
- D ,,, diámetro interior de la tubería en mm.

La sección mínima de las tuberías se ha calculado imponiendo la condición de que el fluido no supere la velocidad de 1.8 m/s.

$$d = \frac{\sqrt{4 \cdot Q}}{\pi \cdot v}$$

En el anexo 3.1, se recogen los cálculos realizados para determinar las mínimas secciones necesarias para cada ramal de la instalación, así como las pérdidas de carga en los puntos significativos de la instalación y en las BIE's.



ANEXO 4.1.- CÁLCULO RED BIES's

MONTANTES											
	TRAMO	LONGITUD	INCR LONG- PERIODAS	LONG- EQUIVALENTE	CALDAZ	DIAmetro MINIMO	PÉRDIDA TRAMO	MATERIALICA	TIPOLOGIA	PÉRD. DESDE ORIGEN	Punto de Consumo
	Origen	m	m	m	m ³ /h	l/min	mm	mm/cm	mca	mca	
	-	M 1.1	3.00	0.30	3.30	12.00	200.00	48.56	2"	53.00	6.24
	M 1.1	M 2.1	48.25	4.83	53.08	12.00	200.00	48.56	2"	53.00	6.24
	M 1.1	M 1.2	9.00	0.90	9.90	12.00	200.00	48.56	2"	53.00	6.24
	M 2.1	M 2.2	4.50	0.45	4.95	12.00	200.00	48.56	2"	53.00	6.24
	M 2.2	M 3.1	8.00	0.80	8.80	12.00	200.00	48.56	2"	53.00	6.24
	M 1.2	M 4.1	48.00	4.80	52.80	12.00	200.00	48.56	2"	53.00	6.24
	M 1.2	M 5.1	117.50	11.75	129.25	12.00	200.00	48.56	2"	53.00	6.24
	M 3.1	M 3.2	3.00	0.30	3.30	12.00	200.00	48.56	2"	53.00	6.24
	M 4.1	M 4.2	3.50	0.35	3.85	12.00	200.00	48.56	2"	53.00	6.24
	M 5.1	M 5.2	3.50	0.35	3.85	12.00	200.00	48.56	2"	53.00	6.24
	M 3.2	M 3.3	3.50	0.35	3.85	6.00	100.00	34.34	1 1/2"	41.80	5.50
	PLANTA BAJA										
	TRAMO	LONGITUD	INCR LONG- PERIODAS	LONG- EQUIVALENTE	CALDAZ	DIAmetro MINIMO	PÉRDIDA TRAMO	MATERIALICA	TIPOLOGIA	PÉRD. DESDE ORIGEN	Punto de Consumo
	Origen	m	m	m	m ³ /h	l/min	mm	mm/cm	mca	mca	
RAMAL 0-1											
	M 2.1	*BIE 1	53.50	5.35	58.85	12.00	200.00	48.56	2"	53.00	6.24
	*BIE 1	BIE 1	1.00	0.10	1.10	6.00	100.00	34.34	1 1/2"	41.80	5.50
	M 2.1	*BIE 2	101.75	10.18	111.93	12.00	200.00	48.56	2"	53.00	6.24
	*BIE 2	BIE 2	1.25	0.13	1.38	6.00	100.00	34.34	1 1/2"	41.80	5.50
	M 2.1	*BIE 3	101.75	10.18	111.93	12.00	200.00	48.56	2"	53.00	6.24
	*BIE 3	BIE 3	1.25	0.13	1.38	6.00	100.00	34.34	1 1/2"	41.80	5.50
	M 2.1	*BIE 4	128.00	12.80	140.80	12.00	200.00	48.56	2"	53.00	6.24
	*BIE 4	BIE 4	1.25	0.13	1.38	6.00	100.00	34.34	1 1/2"	41.80	5.50
	M 2.1	*BIE 5	137.00	13.70	150.70	6.00	100.00	34.34	1 1/2"	41.80	5.50
	*BIE 5	BIE 5	1.25	0.13	1.38	6.00	100.00	34.34	1 1/2"	41.80	5.50
	M 1.1	*BIE 6	63.00	6.30	69.30	12.00	200.00	48.56	2"	53.00	6.24
	*BIE 6	BIE 6	1.00	0.10	1.10	6.00	100.00	34.34	1 1/2"	41.80	5.50
	M 1.1	*BIE 7	108.50	10.85	119.35	12.00	200.00	48.56	2"	53.00	6.24
	*BIE 7	BIE 7	1.00	0.10	1.10	6.00	100.00	34.34	1 1/2"	41.80	5.50
	M 1.1	*BIE 8	139.50	13.95	153.45	12.00	200.00	48.56	2"	53.00	6.24
	*BIE 8	BIE 8	1.00	0.10	1.10	6.00	100.00	34.34	1 1/2"	41.80	5.50
	M 1.1	*BIE 9	165.50	16.55	182.05	12.00	200.00	48.56	2"	53.00	6.24
	*BIE 9	BIE 9	1.00	0.10	1.10	6.00	100.00	34.34	1 1/2"	41.80	5.50
	M 1.1	*BIE 10	207.50	20.75	228.25	12.00	200.00	48.56	2"	53.00	6.24
	*BIE 10	BIE 10	1.00	0.10	1.10	6.00	100.00	34.34	1 1/2"	41.80	5.50
	M 1.1	*BIE 11	175.00	17.50	192.50	12.00	200.00	48.56	2"	53.00	6.24
	*BIE 11	BIE 11	1.00	0.10	1.10	6.00	100.00	34.34	1 1/2"	41.80	5.50
	M 1.1	*BIE 12	216.70	21.67	238.37	6.00	100.00	34.34	1 1/2"	41.80	5.50
	*BIE 12	BIE 12	1.00	0.10	1.10	6.00	100.00	34.34	1 1/2"	41.80	5.50



PLANTA 1												
	TRAMO	LONGITUD	INCLINACIONES	LONG.	CAUDAL EQUIVALENTE	DIAmetro	DIAmetro SELECCIONADO	PéRDIDAS TRAMO	AUMENTO MANOMETRICA	ANTERIOR	PÉRD. DESDE ORIGEN	Punto de Consumo
	Origen Destino	m	m	m	m ³ /h	mm	mm	mm	mm	mca	mca	Kg/cm ²
RAMAL 1-1	M 2.2	*BIE 13	10.25	1.03	11.28	12.00	200.00	48.56	2"	53.00	6.24	0.07
	BIE 13	4.00	0.40	4.40	6.00	100.00	34.34	1 1/2"	41.80	5.50	0.02	-1.75
	*BIE 14	30.25	3.03	33.28	12.00	200.00	48.56	2"	53.00	6.24	0.21	0.00
	BIE 14	1.50	0.15	1.65	6.00	100.00	34.34	1 1/2"	41.80	5.50	0.01	-1.75
	M 2.2	*BIE 15	18.00	1.80	19.80	6.00	100.00	34.34	1 1/2"	41.80	5.50	0.11
	BIE 15	1.50	0.15	1.65	6.00	100.00	34.34	1 1/2"	41.80	5.50	0.01	-1.75
	*BIE 16	8.25	0.83	9.08	12.00	200.00	48.56	2"	53.00	6.24	0.06	0.00
	BIE 16	16.25	1.63	17.88	6.00	100.00	34.34	1 1/2"	41.80	5.50	0.10	-7.50
	M 1.2	*BIE 17	45.75	4.58	50.33	12.00	200.00	48.56	2"	53.00	6.24	0.31
	BIE 17	8.50	0.85	9.35	6.00	100.00	34.34	1 1/2"	41.80	5.50	0.05	-7.50
	M 1.2	*BIE 18	84.00	8.40	92.40	12.00	200.00	48.56	2"	53.00	6.24	0.58
	BIE 18	8.50	0.85	9.35	6.00	100.00	34.34	1 1/2"	41.80	5.50	0.05	-7.50
	M 1.2	*BIE 19	132.00	13.20	145.20	12.00	200.00	48.56	2"	53.00	6.24	0.91
	BIE 19	8.50	0.85	9.35	6.00	100.00	34.34	1 1/2"	41.80	5.50	0.05	-7.50
	M 1.2	* BIE 20	172.00	17.20	189.20	6.00	100.00	34.34	1 1/2"	41.80	5.50	1.04
	* BIE 20	8.50	0.85	9.35	6.00	100.00	34.34	1 1/2"	41.80	5.50	0.05	-7.50
	RAMAL 1-2	M 1.2	* BIE 21	1.00	1.10	12.00	200.00	48.56	2"	53.00	6.24	0.01
	BIE 21	8.50	0.85	9.35	6.00	100.00	34.34	1 1/2"	41.80	5.50	0.05	-7.50
	M 1.2	*BIE 22	47.25	4.73	51.98	12.00	200.00	48.56	2"	53.00	6.24	0.32
	BIE 22	8.50	0.85	9.35	6.00	100.00	34.34	1 1/2"	41.80	5.50	0.05	-7.50
	M 1.2	*BIE 23	94.50	9.45	103.95	12.00	200.00	48.56	2"	53.00	6.24	0.65
	BIE 23	8.50	0.85	9.35	6.00	100.00	34.34	1 1/2"	41.80	5.50	0.05	-7.50
	M 1.2	*BIE 24	118.00	11.80	129.80	12.00	200.00	48.56	2"	53.00	6.24	0.81
	BIE 24	13.30	1.46	30	6.00	100.00	34.34	1 1/2"	41.80	5.50	0.80	-7.50
	M 1.2	*BIE 25	141.25	14.13	155.38	12.00	200.00	48.56	2"	53.00	6.24	0.97
	BIE 25	8.50	0.85	9.35	6.00	100.00	34.34	1 1/2"	41.80	5.50	0.05	-7.50
	M 1.2	*BIE 26	195.25	19.53	214.78	12.00	200.00	48.56	2"	53.00	6.24	1.34
	BIE 26	8.50	0.85	9.35	6.00	100.00	34.34	1 1/2"	41.80	5.50	0.05	-7.50
	M 1.2	*BIE 27	231.25	23.13	254.38	6.00	100.00	34.34	1 1/2"	41.80	5.50	1.40
	BIE 27	8.50	0.85	9.35	6.00	100.00	34.34	1 1/2"	41.80	5.50	0.05	-7.50
												13.48
												6.03
												0.60
												BIE 27



	TRAMO	LONGITUD	PERDIDAS	LONS. EQUIVALENTE	CAUDAL	DIAmetro MINIMO	DIAmetro SELECCIONADO	PéRIDAS TRAMO	ALTURA MANOMETRICA	PERD. ANTERIOR	PÉRD. DESDE ORIGEN	Punto 36 Consumo
	Origen	Destino	m	m	m ³ /h	l/min	pulgadas	mm	mm	mca	mca	Kg/cm ²
RAMAL 2-1	M 1.2	*BIE 28	1.00	0.10	1.10	12.00	200.00	49.56	2"	50.00	6.24	0.00
		*BIE 28	1.50	0.15	1.65	6.00	100.00	34.34	1 1/2"	41.80	5.50	0.01
	N 3.2	*BIE 29	53.50	5.35	58.85	6.00	100.00	34.34	1 1/2"	41.80	5.50	0.32
		*BIE 29	1.50	0.15	1.65	6.00	100.00	34.34	1 1/2"	41.80	5.50	0.01
RAMAL 2-2	M 1.2	*BIE 30	18.00	1.80	19.80	12.00	200.00	48.56	2"	50.00	6.24	0.12
		*BIE 30	10.00	1.00	11.00	6.00	100.00	34.34	1 1/2"	41.80	5.50	0.06
	N 4.2	*BIE 31	52.50	5.25	57.75	12.00	200.00	48.56	2"	50.00	6.24	0.36
		*BIE 31	2.50	0.25	2.75	6.00	100.00	34.34	1 1/2"	41.80	5.50	0.02
RAMAL 2-3	N 4.2	*BIE 32	10.50	1.05	11.55	6.00	100.00	34.34	1 1/2"	41.80	5.50	0.06
		*BIE 32	2.50	0.25	2.75	6.00	100.00	34.34	1 1/2"	41.80	5.50	0.02
RAMAL 2-4	M 1.2	*BIE 33	1.00	0.10	1.10	6.00	100.00	34.34	1 1/2"	41.80	5.50	0.01
		*BIE 33	2.50	0.25	2.75	6.00	100.00	34.34	1 1/2"	41.80	5.50	0.02
	N 5.2	*BIE 34	44.50	4.45	48.95	6.00	100.00	34.34	1 1/2"	41.80	5.50	0.27
		*BIE 34	2.50	0.25	2.75	6.00	100.00	34.34	1 1/2"	41.80	5.50	0.02

PLANTA 2

	TRAMO	LONGITUD	PERDIDAS	LONS. EQUIVALENTE	CAUDAL	DIAmetro MINIMO	DIAmetro SELECCIONADO	PéRIDAS TRAMO	ALTURA MANOMETRICA	PERD. ANTERIOR	PÉRD. DESDE ORIGEN	Punto 36 Consumo
	Origen	Destino	m	m	m ³ /h	l/min	pulgadas	mm	mm	mca	mca	Kg/cm ²
RAMAL 3-1	N 3.3	*BIE 35	2.00	0.20	2.20	6.00	100.00	34.34	1 1/2"	41.80	5.50	0.01
		*BIE 35	1.50	0.15	1.65	6.00	100.00	34.34	1 1/2"	41.80	5.50	0.01

Presión mínima necesaria del grupo de Presión	3.30	Kg/cm ²
Presión máxima del grupo de Presión	5.25	Kg/cm ²



4.7. INSTALACIÓN AUTOMÁTICA DE EXTINCIÓN

La instalación de rociadores automáticos se ha diseñado de acuerdo con la norma UNE-EN 12845 “Sistemas fijos de lucha contra incendios, Sistemas de rociadores automáticos, Diseño, instalación y mantenimiento”.

Tanto la instalación de rociadores como el suministro de agua cumplen las Normas UNE 23.500, 23.590, 23.595-1, 23.595-2 y 23.595-3. Además se siguen las especificaciones de las reglas de diseño CEPREVEN: R.T.1.-ROC y R.T.2.-ABA.

Los datos obtenidos del cálculo hidráulico de la instalación pueden consultarse en el anexo 3.2.

4.7.1. Descripción de zonas

Zona de exposiciones, cota 0,00

Superficie: 1.418,5 m²

Altura de techo: 12 m

Actividad: Salas de exposiciones

Riesgo: RO-4

Parámetros de diseño:

Densidad de diseño mínima: 5,00 mm/min.

Superficie del área de operación: 360,0 m²



Número de rociadores:	96
Superficie teórica por rociador:	12,0 m ²
Modelo de rociador:	Montante conv. (A)
Coeficiente de descarga de los rociadores:	K-80
Temperatura de disparo:	75 °C

Puestos de control:

Puesto de control V1

Tipo y diámetro nominal: Alarma (tipo seta) ø-150 mm.

Número total de rociadores dependientes del puesto de control: 96.

Zona de exposiciones, cota 3.84

Superficie:	8.617,75 m ²
Altura de techo:	9 m
Actividad:	Salas de exposiciones
Riesgo:	RO-4

Parámetros de diseño:

Densidad de diseño mínima:	5,00 mm/min.
Superficie del área de operación:	360,0 m ²
Número de rociadores:	594
Superficie teórica por rociador:	12,0 m ²
Modelo de rociador:	Montante conv. (A)
Coeficiente de descarga de los rociadores:	K-80
Temperatura de disparo:	75 °C

**Puestos de control:**

Puesto de control V2

Tipo y diámetro nominal: Alarma (tipo seta) ø-200 mm.

Número total de rociadores dependientes del puesto de control: 164.

Puesto de control V3

Tipo y diámetro nominal: Alarma (tipo seta) ø-200 mm.

Número total de rociadores dependientes del puesto de control: 139.

Puesto de control V4

Tipo y diámetro nominal: Alarma (tipo seta) ø-200 mm.

Número total de rociadores dependientes del puesto de control: 122.

Puesto de control V5

Tipo y diámetro nominal: Alarma (tipo seta) ø-200 mm.

Número total de rociadores dependientes del puesto de control: 169.

Zona de exposiciones, cota 7.68

Superficie: 1.147,49 m²

Altura de techo: 3,5 m

Actividad: Salas de exposiciones

Riesgo: RO-4

Parámetros de diseño:

Densidad de diseño mínima: 5,00 mm/min.

Superficie del área de operación: 360,0 m²

Número de rociadores: 93

Superficie teórica por rociador: 12,0 m²



Modelo de rociador: Montante conv. (A)

Coeficiente de descarga de los rociadores: K-80

Temperatura de disparo: 75 °C

Puestos de control:

Puesto de control V6

Tipo y diámetro nominal: Alarma (tipo seta) ø-100 mm.

Número total de rociadores dependientes del puesto de control: 93.

4.7.2. Abastecimiento de agua

En cuanto al abastecimiento de agua, el sistema debe ser capaz de suministrar los requisitos mínimos de caudal y presión al menos durante 60 minutos. Además, no debe ser susceptible de verse afectado por eventuales heladas, sequías, inundaciones u otras condiciones que puedan reducir el caudal o la capacidad efectiva o dejar el abastecimiento fuera de servicio, tomándose al respecto todas las medidas prácticas para asegurar la continuidad y fiabilidad de los abastecimientos de agua.

Excepto durante las pruebas, la presión del agua no debe ser superior a 12 bar en las conexiones de equipos, rociadores, controles de equipos, detectores de flujo, válvulas da alarma seca y de acción previa, aceleradores y descargadores, alarmas hidráulicas, válvulas de control subsidiarias, impulsión de la bomba, válvulas de alarma mojadas, válvulas de cierre y juntas mecánicas de tubo.



La bomba debe dar una presión no inferior a 0.5 bar por encima de la requerida para el área más desfavorable. Asimismo, la bomba debe ser capaz de suministrar el caudal y presión del área más desfavorable a todos los niveles de abastecimiento.

Para los edificios catalogados por RO, la superficie máxima protegida por puesto de control en instalaciones mojadas o de acción previa es 12.000 m² exceptuando los casos expuestos en los anexos D y F de la norma UNE-EN 12845.

Teniendo en cuenta que las áreas de operación supuestas en el edificio tienen 360 m² y que la densidad de operación para RO-4 es 5mm/min, el aljibe mínimo para abastecer durante 1 hora a la red de rociadores, debe ser:

$$V = 360m^2 \cdot 5mm / min \cdot 60 min = 108m^3$$

4.7.3. Diseño y configuración de las tuberías

El sistema proyectado se calculará íntegramente mediante cálculo hidráulico.

La pérdida de presión por fricción en tubos no debe ser inferior a la determinada usando la siguiente fórmula (de Hazen-Williams):

$$P = 6.05 \frac{Q^{1.85}}{C^{1.85} d^{4.87}} L \cdot 10^5$$

Donde :

- P → es la presión de carga en el tubo, en bar;



- $Q \rightarrow$ es el caudal que pasa por el tubo, en litros por minuto;
- $d \rightarrow$ es el diámetro interior medio del tubo, en milímetros;
- $C \rightarrow$ es una constante para el tipo y condición del tubo;
- $L \rightarrow$ es la longitud equivalente de tubo y accesorios, en metros.

La pérdida de presión estática entre dos puntos conectados entre sí se debe calcular con la siguiente fórmula:

$$p = 0.098h$$

Donde:

- $p \rightarrow$ es la variación de presión estática, en bar;
- $h \rightarrow$ es la distancia vertical entre los dos puntos, en metros.

La velocidad de equilibrio no debe superar los siguientes valores:

- 6 m/s en cualquier válvula o dispositivo de control de caudal;
- 10 m/s en cualquier otro punto del sistema.

Las tuberías no deben tener diámetros inferiores a 20 mm para la catalogación de riesgo ordinario como es el caso del proyecto.

4.7.4. Características de los rociadores

Los rociadores se deben instalar dejando un espacio libre debajo del deflector no inferior a 0.3 m para rociadores de pulverización plana y 0.5 m para todos los demás.



La superficie máxima de cobertura por rociador en el caso RO-4 es de 12.0 m²

No se deben instalar rociadores a intervalos inferiores a 2 m, exceptuando los casos donde se tomen medidas para impedir que rociadores vecinos se mojen entre sí, rociadores intermedios y escaleras.

La separación máxima entre paredes o tabiques y rociadores debe ser de 2.0 m para distribución normal y 2.3 m para distribución al tresbolillo.

Los rociadores que se deben instalar en los casos de RO-4 tienen una densidad de diseño de 5.0 mm/min y un factor K nominal de 80. Éstos pueden ser convencionales, pulverizadores o pulverizadores plano.

La presión mínima en el rociador más desfavorable cuando estén funcionando todos los rociadores del área de operación debe ser igual o superior a la requerida para conseguir la densidad de diseño, si es mayor en RO se usa 0.35 bar.

Teniendo en cuenta que la densidad de diseño en RO es de 5 mm/min y que el área máxima para cada rociador es 12 m², obtenemos una presión de 0.43 bar. Por tanto, consideramos una presión mínima para cada rociador de 0.35 bar.

El caudal del rociador se debe determinar mediante la fórmula:

$$Q = K\sqrt{P}$$

Donde:

Q → es el caudal, en litros por minuto;

K → es la constante indicada anteriormente;

P → es la presión en bar.



ANEXO 4.2.- CÁLCULO RED DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS

Por simplificación en los cálculos, la pérdida de presión debida a los accesorios en las tuberías, se ha modelado como un incremento de la longitud del 10% de la misma, excepto en el tramo desde la bomba hasta los puntos de control, donde se ha supuesto un incremento de longitud de 150 m para modelar tanto las válvulas de control, como los medidores de caudal necesarios en la instalación.

CÁLCULO HIDRÁULICO - ZONA DE EXPOSICIÓN PLANTA 1-1, COTA +/-0,00



HOJA DE CÁLCULO DE ÁREA DE OPERACIÓN DE INSTALACIÓN ROCIADORES AUTOMÁTICOS

Nº 1

PROYECTO:	INSTALACIÓN DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS PARA RECINTO FERIAL DE 20.000 m ²				FECHA:	02/03/07					
ZONA:	EXPOSICIÓN COTA +/-0,00				SUPERFICIE:	1.418,50 m ²					
ÁREA DE OPERACIÓN:	ÁREA MÁS FAVORABLE		ÁREA MÁXIMA DE OPERACIÓN	325,00 m ²	Nº ROCIADORES EN ÁREA DE OPERACIÓN	22					
CLASE DE RIESGO:	RO-4		DENSIDAD DE DISEÑO:	5,00 mm/min	SUPERFICIE MÁXIMA POR ROCIADOR	12,00 m ²					
TRAMO	LONGITUD	INCR. LONG. PERDIDAS	LONG. EQUIVALENTE	CAUDAL	DIÁMETRO MÍNIMO	DIÁMETRO SELECCIONADO	PÉRDIDAS TRAMO	ALTURA MANOMETRÍA	PERD. ANTERIOR	PÉRD. DESDE ORIGEN	
Origen	Destino	m	m	m	mm	mm	mmca/m	mca	mca	mca	Kg/cm ²
-	A	30,00	150,00	180,00	4.800,00	288,00	100,93	150,00	14,06	2,53	7,00 0,00 9,53 0,93
A	B	4,00	0,40	4,40	4.800,00	288,00	100,93	150,00	14,06	0,06	0,00 9,53 9,59 0,94
B	1	2,00	0,20	2,20	150,00	9,00	17,84	20,00	421,72	0,93	0,00 9,59 10,52 1,03
1	2	4,00	0,40	4,40	100,00	6,00	14,57	20,00	199,18	0,88	0,00 10,52 11,40 1,12
2	3	4,00	0,40	4,40	50,00	3,00	10,30	20,00	55,25	0,24	0,00 11,40 11,64 1,14
B	C	4,00	0,40	4,40	4.500,00	270,00	97,72	100,00	89,89	0,40	0,00 9,59 9,99 0,98
C	7	2,00	0,20	2,20	150,00	9,00	17,84	20,00	421,72	0,93	0,00 9,99 10,92 1,07
7	8	4,00	0,40	4,40	100,00	6,00	14,57	20,00	199,18	0,88	0,00 10,92 11,79 1,16
8	9	4,00	0,40	4,40	50,00	3,00	10,30	20,00	55,25	0,24	0,00 11,79 12,04 1,18



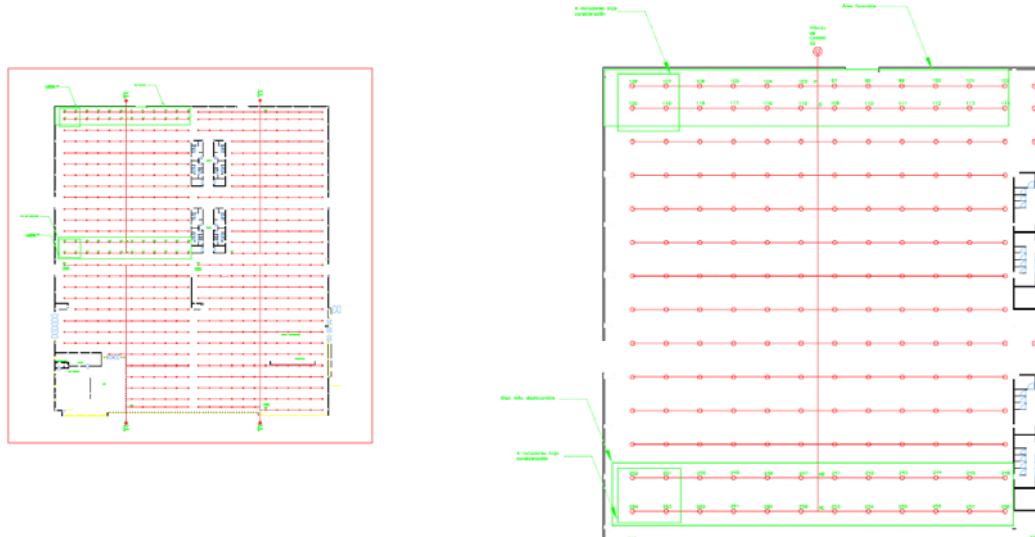
HOJA DE CÁLCULO DE ÁREA DE OPERACIÓN DE INSTALACIÓN ROCIADORES AUTOMÁTICOS

Nº 2

PROYECTO: INSTALACIÓN DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS PARA RECINTO FERIAL DE 20.000 m ²								FECHA: 02/03/07			
ZONA: EXPOSICIÓN COTA +/-0,00								SUPERFICIE: 1.418,50 m ²			
ÁREA DE OPERACIÓN: ÁREA MÁS DESFAVORABLE			ÁREA MÁXIMA DE OPERACIÓN 325,00 m ²		Nº ROCIADORES EN ÁREA DE OPERACIÓN 22						
CLASE DE RIESGO: RO-4			DENSIDAD DE DISEÑO: 5,00 mm/min		SUPERFICIE MAXIMA POR ROCIADOR 12,00 m ²						
TRAMO	LONGITUD	INCR. LONG. PERDIDAS	LONG. EQUIVALENT	CAUDAL	DIÁMETRO MÍNIMO	DIÁMETRO SELECCIONA	PÉRDIDAS TRAMO	ALTURA MANOMETRÍ	PERD. ANTERIOR	PÉRD. DESDE ORIGEN	
Origen	Destino	m	m	m	mm	mm	mmca/m	mca	mca	mca Kg/cm ²	
-	A	30,00	150,00	180,00	4.800,00	288,00	100,93	150,00	14,06	2,53 9,53 0,93	
A	B	4,00	0,40	4,40	4.800,00	288,00	100,93	150,00	14,06	0,06 9,53 0,94	
B	C	4,00	0,40	4,40	4.500,00	270,00	97,72	100,00	89,89	0,40 9,59 0,98	
C	D	4,00	0,40	4,40	4.200,00	252,00	94,41	100,00	79,12	0,35 9,99 10,34 1,01	
D	E	4,00	0,40	4,40	3.900,00	234,00	90,97	100,00	68,98	0,30 10,34 10,64 1,04	
E	F	3,20	0,32	3,52	3.600,00	216,00	87,40	100,00	59,49	0,21 10,64 10,85 1,06	
F	G	3,80	0,38	4,18	3.300,00	198,00	83,68	100,00	50,64	0,21 10,85 11,06 1,08	
G	H	3,80	0,38	4,18	3.000,00	180,00	79,79	80,00	125,86	0,53 0,00 11,06 11,59 1,14	
H	I	4,00	0,40	4,40	2.700,00	162,00	75,69	80,00	103,57	0,46 0,00 11,59 12,04 1,18	
I	J	3,60	0,36	3,96	2.400,00	144,00	71,36	80,00	83,29	0,33 0,00 12,04 12,37 1,21	
J	K	3,60	0,36	3,96	2.100,00	126,00	66,76	80,00	65,06	0,26 0,00 12,37 12,63 1,24	
K	L	3,60	0,36	3,96	1.800,00	108,00	61,80	65,00	134,47	0,53 0,00 12,63 13,16 1,29	
L	LL	3,60	0,36	3,96	1.500,00	90,00	56,42	65,00	95,97	0,38 0,00 13,16 13,54 1,33	
LL	M	3,60	0,36	3,96	1.200,00	72,00	50,46	65,00	63,51	0,25 0,00 13,54 13,79 1,35	
M	N	3,60	0,36	3,96	900,00	54,00	43,70	50,00	133,86	0,53 0,00 13,79 14,32 1,40	
N	85	2,00	0,20	2,20	150,00	9,00	17,84	20,00	421,72	0,93 0,00 14,32 15,25 1,49	
85	86	4,00	0,40	4,40	100,00	6,00	14,57	20,00	199,18	0,88 0,00 15,25 16,13 1,58	
86	87	4,00	0,40	4,40	50,00	3,00	10,30	20,00	55,25	0,24 0,00 16,13 16,37 1,60	
N	Ñ	3,60	0,36	3,96	300,00	18,00	25,23	32,00	154,12	0,61 0,00 15,25 15,86 1,55	
Ñ	91	2,00	0,20	2,20	150,00	9,00	17,84	20,00	421,72	0,93 0,00 15,86 16,79 1,65	
91	92	4,00	0,40	4,40	100,00	6,00	14,57	20,00	199,18	0,88 0,00 16,79 17,67 1,73	
92	93	4,00	0,40	4,40	50,00	3,00	10,30	20,00	55,25	0,24 0,00 17,67 17,91 1,76	

CÁLCULO HIDRÁULICO - ZONA DE EXPOSICIÓN PLANTA 2-I, COTA + 3.84

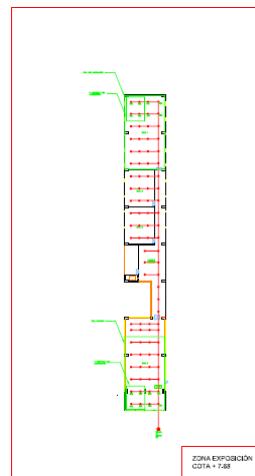
Se ha calculado la subzona más desfavorable y por analogía se han diseñado el resto de las redes de tuberías y los rociadores.



HOJA DE CÁLCULO DE ÁREA DE OPERACIÓN DE INSTALACIÓN ROCIADORES AUTOMÁTICOS											Nº	3	
PROYECTO: INSTALACIÓN DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS PARA RECINTO FERIAL DE 20.000 m ²											FECHA:	02/03/07	
ZONA: EXPOSICIÓN COTA +3,84 zona 1											SUPERFICIE:	2.154,44 m ²	
ÁREA DE OPERACIÓN: ÁREA MÁS FAVORABLE				ÁREA MÁXIMA DE OPERACIÓN 325,00 m ²			Nº ROCIADORES EN ÁREA DE OPERACIÓN 264						
CLASE DE RIESGO: RO-4				DENSIDAD DE DISEÑO: 5,00 mm/min			SUPERFICIE MÁXIMA POR ROCIADOR 12,00 m ²						
TRAMO		LONGITUD	INCR. LONG. PÉRDIDAS	LONG. EQUIVALENTE	CAUDAL		DIÁMETRO MÍNIMO	DIÁMETRO SELECCIONA	PÉRDIDAS TRAMO		ALTURA MANOMETRÍ	PERD. ANTERIOR	PÉRD. DESDE ORIGEN
Origen	Destino	m	m	m	l/min	m ³ /h	mm	mm	mmca/m	mca	mca	mca	Kg/cm ²
-	V2	150,00	150,00	300,00	13.200,00	792,00	167,37	200,00	22,51	6,75	9,00	0,00	15,75
V2	P	4,00	0,40	4,40	13.200,00	792,00	167,37	200,00	22,51	0,10	0,00	15,75	15,85
P	103	2,00	0,20	2,20	300,00	18,00	25,23	32,00	154,12	0,34	0,00	15,85	16,19
103	104	4,00	0,40	4,40	250,00	15,00	23,03	25,00	366,01	1,61	0,00	16,19	17,80
104	105	4,00	0,40	4,40	200,00	12,00	20,60	25,00	242,22	1,07	0,00	17,80	18,87
105	106	4,00	0,40	4,40	150,00	9,00	17,84	20,00	421,72	1,86	0,00	18,87	20,72
106	107	4,00	0,40	4,40	100,00	6,00	14,57	20,00	199,18	0,88	0,00	20,72	21,60
107	108	4,00	0,40	4,40	50,00	3,00	10,30	20,00	55,25	0,24	0,00	21,60	21,84
P	Q	4,00	0,40	4,40	12.600,00	756,00	163,52	200,00	20,65	0,09	0,00	15,85	15,94
Q	115	4,00	0,40	4,40	300,00	18,00	25,23	32,00	154,12	0,68	0,00	15,94	16,62
115	116	4,00	0,40	4,40	250,00	15,00	23,03	25,00	366,01	1,61	0,00	16,62	18,23
116	117	4,00	0,40	4,40	200,00	12,00	20,60	25,00	242,22	1,07	0,00	18,23	19,30
117	118	4,00	0,40	4,40	150,00	9,00	17,84	20,00	421,72	1,86	0,00	19,30	21,15
118	119	4,00	0,40	4,40	100,00	6,00	14,57	20,00	199,18	0,88	0,00	21,15	22,03
119	120	4,00	0,40	4,40	50,00	3,00	10,30	20,00	55,25	0,24	0,00	22,03	22,27
													2,18



HOJA DE CÁLCULO DE ÁREA DE OPERACIÓN DE INSTALACIÓN ROCIADORES AUTOMÁTICOS										Nº	4	
PROYECTO:	INSTALACIÓN DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS PARA RECINTO FERIAL DE 20.000 m ²								FECHA:	02/03/07		
ZONA:	EXPOSICIÓN COTA +3,84 zona 1								SUPERFICIE:	2.154,44	m ²	
ÁREA DE OPERACIÓN: ÁREA MÁS DESFAVORABLE	ÁREA MAXIMA DE OPERACIÓN 325,00 m ²								Nº ROCIADORES EN ÁREA DE OPERACIÓN	24		
CLASE DE RIESGO: RO-4	DENSIDAD DE DISEÑO: 5,00 mm/min								SUPERFICIE MAXIMA POR ROCIADOR	12,00	m ²	
TRAMO	LONGITUD	INCR. LONG. PÉRDIDAS	LONG. EQUIVALENTE	CAUDAL	DIÁMETRO MINIMO	DIÁMETRO SELECCIONA	PÉRDIDAS TRAMO	ALTURA MANOMETRÍ	PERD. ANTERIOR	PÉRD. DESDE ORIGEN		
Origen	Destino	m	m	m	l/min	m ³ /h	mm	mmca/m	mca	mca	mca	Kg/cm ²
-	V2	150,00	150,00	300,00	13.200,00	792,00	167,37	200,00	22,51	6,75	9,00	0,00
V2	P	4,00	0,40	4,40	13.200,00	792,00	167,37	200,00	22,51	0,10	0,00	15,75
P	Q	4,00	0,40	4,40	12.600,00	756,00	163,52	200,00	20,65	0,09	0,00	15,85
Q	R	4,00	0,40	4,40	12.000,00	720,00	159,58	200,00	18,87	0,08	0,00	15,94
R	S	4,00	0,40	4,40	11.400,00	684,00	155,54	200,00	17,16	0,08	0,00	16,02
S	T	4,00	0,40	4,40	10.800,00	648,00	151,39	200,00	15,53	0,07	0,00	16,10
T	U	4,00	0,40	4,40	10.200,00	612,00	147,12	150,00	56,70	0,25	0,00	16,17
U	V	4,00	0,40	4,40	9.600,00	576,00	142,73	150,00	50,69	0,22	0,00	16,42
V	W	4,00	0,40	4,40	9.000,00	540,00	138,20	150,00	44,98	0,20	0,00	16,64
W	X	4,00	0,40	4,40	8.400,00	504,00	133,51	150,00	39,59	0,17	0,00	16,84
X	Y	4,00	0,40	4,40	7.800,00	468,00	128,65	150,00	34,52	0,15	0,00	17,01
Y	Z	4,00	0,40	4,40	7.200,00	432,00	123,61	150,00	29,77	0,13	0,00	17,17
Z	AA	4,00	0,40	4,40	6.600,00	396,00	118,35	150,00	25,34	0,11	0,00	17,30
AA	AB	4,00	0,40	4,40	6.000,00	360,00	112,84	150,00	21,25	0,09	0,00	17,41
AB	247	4,00	0,40	4,40	300,00	18,00	25,23	32,00	154,12	0,68	0,00	17,50
247	248	4,00	0,40	4,40	250,00	15,00	23,03	25,00	366,01	1,61	0,00	18,18
248	249	4,00	0,40	4,40	200,00	12,00	20,60	25,00	242,22	1,07	0,00	19,79
249	250	4,00	0,40	4,40	150,00	9,00	17,84	20,00	421,72	1,86	0,00	20,86
250	251	4,00	0,40	4,40	100,00	6,00	14,57	20,00	199,18	0,88	0,00	22,71
251	252	4,00	0,40	4,40	50,00	3,00	10,30	20,00	55,25	0,24	0,00	23,59
AB	AC	4,00	0,40	4,40	5.400,00	324,00	107,05	150,00	17,48	0,08	0,00	17,58
AC	259	4,00	0,40	4,40	300,00	18,00	25,23	32,00	154,12	0,68	0,00	18,26
259	260	4,00	0,40	4,40	250,00	15,00	23,03	25,00	366,01	1,61	0,00	18,44
260	261	4,00	0,40	4,40	200,00	12,00	20,60	25,00	242,22	1,07	0,00	19,87
261	262	4,00	0,40	4,40	150,00	9,00	17,84	20,00	421,72	1,86	0,00	20,93
262	263	4,00	0,40	4,40	100,00	6,00	14,57	20,00	199,18	0,88	0,00	22,79
263	264	4,00	0,40	4,40	50,00	3,00	10,30	20,00	55,25	0,24	0,00	23,66

CÁLCULO HIDRÁULICO - ZONA DE EXPOSICIÓN PLANTA 3-1, COTA + 7.64



HOJA DE CÁLCULO DE ÁREA DE OPERACIÓN DE INSTALACIÓN ROCIADORES AUTOMÁTICOS										Nº	5		
PROYECTO:	INSTALACIÓN DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS PARA RECINTO FERIAL DE 20.000 m ²										FECHA:	07/03/07	
ZONA:	EXPOSICIÓN COTA +7,64										SUPERFICIE:	1.200,00 m ²	
AREA DE OPERACIÓN:	ÁREA MÁS FAVORABLE										Nº ROCIADORES EN ÁREA DE OPERACIÓN	89	
CLASE DE RIESGO:	RO-4										DENSIDAD DE DISEÑO:	5,00 mm/min	
											SUPERFICIE MAXIMA POR ROCIADOR	12,00 m ²	
TRAMO		LONGITUD	INCR. LONG. PÉRDIDAS	LONG. EQUIVALENTE	CAUDAL		DIÁMETRO MINIMO	DIÁMETRO SELECCIONADO	PÉRDIDAS TRAMO		ALTURA MANOMETRICA	PERD. ANTERIOR	PÉRD. DESDE ORIGEN
Origen	Destino	m	m	m	l/min	m3/h	mm	mm	mmca/m	mca	mca	mca	Kg/cm ²
-	V6	50,00	150,00	200,00	4.450,00	267,00	97,18	100,00	88,05	17,61	11,00	0,00	28,61
V6	691	4,00	0,40	4,40	4.450,00	267,00	97,18	100,00	88,05	0,39	0,00	28,61	29,00
691	692	2,90	0,29	3,19	150,00	9,00	17,84	20,00	421,72	1,35	0,00	29,00	30,34
692	693	2,90	0,29	3,19	100,00	6,00	14,57	20,00	199,18	0,64	0,00	30,34	30,98
693	694	3,00	0,30	3,30	50,00	3,00	10,30	20,00	55,25	0,18	0,00	30,98	31,16
691	695	4,00	0,40	4,40	4.450,00	267,00	97,18	100,00	88,05	0,39	0,00	30,34	30,73
695	696	2,90	0,29	3,19	150,00	9,00	17,84	20,00	421,72	1,35	0,00	30,73	32,08
696	697	2,90	0,29	3,19	100,00	6,00	14,57	20,00	199,18	0,64	0,00	32,08	32,71
697	698	3,00	0,30	3,30	50,00	3,00	10,30	20,00	55,25	0,18	0,00	32,71	32,89

HOJA DE CÁLCULO DE ÁREA DE OPERACIÓN DE INSTALACIÓN ROCIADORES AUTOMÁTICOS										Nº	6		
PROYECTO:	INSTALACIÓN DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS PARA RECINTO FERIAL DE 20.000 m ²										FECHA:	07/03/07	
ZONA:	EXPOSICIÓN COTA +7,64										SUPERFICIE:	1.200,00 m ²	
AREA DE OPERACIÓN:	ÁREA MÁS DESFAVORABLE										Nº ROCIADORES EN ÁREA DE OPERACIÓN	93	
CLASE DE RIESGO:	RO-4										DENSIDAD DE DISEÑO:	5,00 mm/min	
											SUPERFICIE MAXIMA POR ROCIADOR	12,00 m ²	
TRAMO		LONGITUD	INCR. LONG. PÉRDIDAS	LONG. EQUIVALENTE	CAUDAL		DIÁMETRO MINIMO	DIÁMETRO SELECCIONADO	PÉRDIDAS TRAMO		ALTURA MANOMETRICA	PERD. ANTERIOR	PÉRD. DESDE ORIGEN
Origen	Destino	m	m	m	l/min	m3/h	mm	mm	mmca/m	mca	mca	mca	Kg/cm ²
-	V6	50,00	150,00	200,00	4.450,00	267,00	97,18	100,00	88,05	17,61	11,00	0,00	28,61
V6	691	4,00	0,40	4,40	4.450,00	267,00	97,18	100,00	88,05	0,39	0,00	28,61	29,00
691	695	4,00	0,40	4,40	4.250,00	255,00	94,97	100,00	80,87	0,36	0,00	29,00	29,35
695	699	4,00	0,40	4,40	4.050,00	243,00	92,71	100,00	73,97	0,33	0,00	29,35	29,68
699	703	4,00	0,40	4,40	3.850,00	231,00	90,39	100,00	67,36	0,30	0,00	29,68	29,98
707	711	4,00	0,40	4,40	3.650,00	219,00	88,01	100,00	61,03	0,27	0,00	29,98	30,24
711	715	4,00	0,40	4,40	3.450,00	207,00	85,56	100,00	54,98	0,24	0,00	30,24	30,49
715	719	4,00	0,40	4,40	3.250,00	195,00	83,05	100,00	49,23	0,22	0,00	30,49	30,70
719	723	4,00	0,40	4,40	3.050,00	183,00	80,45	100,00	43,77	0,19	0,00	30,70	30,90
723	724	4,00	0,40	4,40	3.000,00	180,00	79,79	80,00	125,86	0,55	0,00	30,90	31,45
724	725	4,00	0,40	4,40	2.950,00	177,00	79,12	80,00	122,01	0,54	0,00	31,45	31,99
725	726	4,00	0,40	4,40	2.900,00	174,00	78,45	80,00	118,21	0,52	0,00	31,99	32,51
726	728	4,00	0,40	4,40	2.800,00	168,00	77,08	80,00	110,78	0,49	0,00	32,51	32,99
728	730	4,00	0,40	4,40	2.700,00	162,00	75,69	80,00	103,57	0,46	0,00	32,99	33,45
730	732	4,00	0,40	4,40	2.600,00	156,00	74,28	80,00	96,59	0,42	0,00	33,45	33,87
732	736	4,00	0,40	4,40	2.500,00	150,00	72,84	80,00	89,83	0,40	0,00	33,87	34,27
736	740	4,00	0,40	4,40	2.300,00	138,00	69,86	80,00	76,99	0,34	0,00	34,27	34,61
740	744	4,00	0,40	4,40	2.100,00	126,00	66,76	80,00	65,06	0,29	0,00	34,61	34,89
744	748	4,00	0,40	4,40	1.900,00	114,00	63,50	65,00	148,62	0,65	0,00	34,89	35,55
748	730	4,00	0,40	4,40	1.700,00	102,00	60,06	65,00	120,98	0,53	0,00	35,55	36,08
730	752	4,00	0,40	4,40	1.600,00	96,00	58,27	65,00	108,14	0,48	0,00	36,08	36,56
752	756	4,00	0,40	4,40	1.400,00	84,00	54,51	65,00	84,47	0,37	0,00	36,56	36,93
756	760	4,00	0,40	4,40	1.200,00	72,00	50,46	65,00	63,51	0,28	0,00	36,93	37,21
760	764	4,00	0,40	4,40	1.000,00	60,00	46,07	50,00	162,66	0,72	0,00	37,21	37,92
764	768	4,00	0,40	4,40	800,00	48,00	41,20	50,00	107,65	0,47	0,00	37,92	38,40
768	772	4,00	0,40	4,40	600,00	36,00	35,68	50,00	63,22	0,28	0,00	38,40	38,67
772	776	4,00	0,40	4,40	400,00	24,00	29,13	32,00	262,42	1,15	0,00	38,67	39,83
776	777	2,90	0,29	3,19	150,00	9,00	17,84	20,00	421,72	1,35	0,00	39,83	41,17
777	778	2,90	0,29	3,19	100,00	6,00	14,57	20,00	199,18	0,64	0,00	41,17	41,81
778	779	3,00	0,30	3,30	50,00	3,00	10,30	20,00	55,25	0,18	0,00	41,81	41,99
776	780	4,00	0,40	4,40	200,00	12,00	20,60	25,00	242,22	1,07	0,00	39,83	40,90
780	781	2,90	0,29	3,19	150,00	9,00	17,84	20,00	421,72	1,35	0,00	40,90	42,24
781	782	2,90	0,29	3,19	100,00	6,00	14,57	20,00	199,18	0,64	0,00	42,24	42,88
782	783	3,00	0,30	3,30	50,00	3,00	10,30	20,00	55,25	0,18	0,00	42,88	43,06

