

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Ana Belén Garrido López



1. LOCALES Y ZONAS DE RIESGO ESPECIAL (CÁLCULOS DE COMPROBACIÓN)

En este apartado, nuestra intención es comprobar, por medio de cálculos, cuales son los locales dentro del Instituto Vega del Guadalete que suponen unos riesgos especiales y cuales no.

Para ello vamos a analizar el volumen o superficie de estos locales conflictivos y el uso al que están destinados, así podremos interpretar si es o no un local de riesgo especial fijándonos en la tabla 2.1 del Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio 1 pág. 4 (DB SI 1-4) dentro del Código Técnico de Edificación (CTE).

Los lugares susceptibles de estudio, todos ellos situados en la planta baja del edificio, son los siguientes:

- Biblioteca.

Su volumen es: $V = 104.11 \cdot 2.54 = 264.4 \text{ m}^3$, según la tabla, esta zona supone un riesgo medio al estar su volumen comprendido entre 200 y 400 m^3 y almacenar en su interior papel, encuadernaciones, publicaciones.

- Almacén principal.

Su volumen es: $V = 52.76 \cdot 2.54 = 134.0 \text{ m}^3$, según la tabla, esta zona supone un riesgo bajo al estar su volumen comprendido entre 100 y 200 m^3 y almacenar en su interior elementos combustibles.

- Sala de profesores.

Su volumen será: $V = 52.52 \cdot 2.54 = 133.4 \text{ m}^3$, según la tabla, esta zona supone un riesgo bajo al estar su volumen comprendido entre 100 y 200 m^3 y almacenar en su interior papel, encuadernaciones, publicaciones.

- Cuarto de la basura.

Los locales destinados a almacenar residuos constituirán una zona de riesgo siempre que su superficie sea mayor o igual a 5 m^2 , en nuestro caso supondrá una zona de riesgo bajo al no exceder su superficie de 15 m^2 y ser mayor de 5 m^2 .

- Cuarto de contadores situada en la planta baja.

En todo caso está constituye una zona de riesgo bajo.

- Secretaría.

Su volumen será: $V = 52.70 \cdot 2.54 = 133.8 \text{ m}^3$, según la tabla, esta zona supone un riesgo bajo al estar su volumen comprendido entre 100 y 200 m^3 y almacenar en su interior papel, encuadernaciones, publicaciones.

- Sala de equipo de bombeo.

Consideraremos esta local como de riesgo bajo, por estar diseñado tanto para almacenar el equipo de bombeo de las bocas de incendio, y su depósito de agua correspondiente.

2. CÁLCULOS PERTENECIENTES A LA EVACUACIÓN DE LOS OCUPANTES.

2.1 CÁLCULO DE LA OCUPACIÓN

Lo primero es conocer la superficie de cada sector de incendio. Como cada sector constituye una planta, ayudándonos de los planos acotados del edificio, calculamos la superficie de cada local del edificio.

Por otro lado, en el CTE, en su DB SI3-1, establece una tabla en la que se identifican las distintas densidades de ocupación en función de la zona en cuestión y de uso previsto.

Así pues, con los valores de superficie útil calculados y dichos valores de ocupación, construimos una tabla en la que queden reflejados; para posteriormente poder realizar los cálculos con mayor facilidad.

Para calcular la columna de la superficie útil basta con fijarnos en los plano 7 y 8; en los que se especifica la superficie de cada zona.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS
Ana Belén Garrido López



Para calcular la columna de la ocupación; basta con multiplicar la superficie de cada local por su correspondiente densidad de ocupación.

SECTOR	LOCAL	SUPERFICIE UTIL	DENSIDAD OCUPACIONAL	OCUPACIÓN
SECTOR 1	Conjunto de planta	1112.57	1 persona/10 m ²	112
	Vivienda del conserje	79.83	1 persona/20 m ²	4
	Aulas especiales (talleres, laboratorios...)	329.77	1 persona/5 m ²	66
	Aulas	122.43	1 persona/1.5 m ²	82
	Cafetería	52.69	1 persona/1.5 m ²	36
	Biblioteca y Almacenes	184.25	1 persona/40 m ²	5
	Vestuarios	18.83	1 persona/2 m ²	10
	Zonas de oficinas (secretaría, dirección, Administrador, seminarios, conserjería,...)	345.36	1 persona/10 m ²	35
	Vestíbulos	58.88	1 persona/2 m ²	30
	Zonas de ocupación nula (aseos, sala de bombeo, cuarto de contadores, cuarto de limpieza)	175.89	-	
SECTOR 2	Conjunto de planta	419.85	1 persona/10 m ²	42
	Aulas	467.74	1 persona/1.5 m ²	312
	Aulas especiales (talleres, laboratorios...)	597.73	1 persona/5 m ²	120
	Zonas de ocupación nula (aseos)	48.29	-	
SECTOR 3	Conjunto de planta	452.27	1 persona/10 m ²	46
	Aulas	467.74	1 persona/1.5 m ²	312
	Aulas especiales (talleres, laboratorios...)	565.65	1 persona/5 m ²	114
	Zonas de ocupación nula (aseos)	48.29	-	

Tabla 1. Ocupación sectores

2.2 DIMENSIONADO DE LOS MEDIOS DE EVACUACIÓN (COMPROBACIÓN)

En este apartado, queremos comprobar mediante cálculos, que las dimensiones de puertas, pasillos pasos, rampas, escaleras...de nuestro edificio, están conforme a lo establecido por el CTE en su Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio (DB SI).

En nuestro caso, tenemos:

- Las escaleras no protegidas tienen una anchura de 1,50 m. El Código Técnico, obliga en este sentido a que tengan una anchura:

$$A \geq P / 160 \text{ siendo; } P = \text{número de personas a evacuar}$$

Luego para que estuviésemos infringiendo el código serían necesarias:

$$P \geq A \cdot 160$$

Para A = 1,50 m ; P ≥ 240 personas

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Ana Belén Garrido López



Y según la ocupación prevista, en ningún caso superaría esos valores; ni más de 240 personas por cualquiera de las escaleras de 1,50 m.

- Las escaleras a continuación de las salidas de emergencia situadas en la fachada principal, tienen una anchura de 12 m. Al estar al aire libre, el CTE obliga a que tengan una anchura

$$A \geq P / 480$$

Tampoco tendríamos problemas, puesto que las escaleras habría que evacuar a más de $12 \cdot 480 = 5760$ personas para que estuviésemos infringiendo el CTE.

3. INSTALACIÓN DE DETECCIÓN Y ALARMA.

3.1 NÚMERO DE DETECTORES

A continuación se determinará el número mínimo de detectores a instalar por zona a partir de la superficie de ésta y de la superficie máxima de vigilancia del detector empleado:

$$N = S_L / S_V$$

Donde:

- N; es el número mínimo de detectores de la zona considerada (se redondea al número entero inmediatamente superior).

- S_L ; es la superficie de la zona (m^2).

- S_V ; es la superficie de vigilancia máxima del detector a instalar en la zona considerada (m^2 /detector).

Una vez hechos los cálculos de esta manera y habiendo, por tanto, cumplido las exigencias mínimas exigidas por la normativa vigente; se realizan modificaciones en cuanto al número de detectores, con el fin de mejorar la instalación desde el punto de vista de la seguridad y de la funcionalidad. Esto es; instalar algunos detectores adicionales, en zonas de mayor riesgo.

A continuación se recoge en la siguiente tabla, el número y tipo de detectores instalados en cada zona:

PLANTA BAJA			
	Superficie de la zona	Nº de detectores de humo	Nº de detectores térmicos
ZONA 1	271.36	15	1
ZONA 2	250.94 m^2	12	1
ZONA 3	308.49 m^2	14	3
ZONA 4	200.26 m^2	8	2
ZONA 5	101.17 m^2	6	-
ZONA 6	358.66 m^2	18	-
ZONA 7	253.1 m^2	13	-

Tabla 2. Detectores Sector 1

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Ana Belén Garrido López



PRIMERA PLANTA			
	Superficie de la zona	Nº de detectores de humo	Nº de detectores térmicos
ZONA 8	295.51 m ²	16	-
ZONA 9	341.19 m ²	20	-
ZONA 10	339.60 m ²	20	-
ZONA 11	338.80 m ²	19	-

Tabla 3. Detectores Sector 2

PLANTA ALTA			
	Superficie de la zona	Nº de detectores de humo	Nº de detectores térmicos
ZONA 12	280.04 m ²	16	-
ZONA 13	341.19 m ²	20	-
ZONA 14	339.60 m ²	20	-
ZONA 15	338.80 m ²	19	-
ZONA 16	2.42 m ²	-	1

Tabla 4. Detectores Sector 3

4. INSTALACIÓN DE EXTINTORES MANUALES.

Para determinar el número mínimo de extintores que se deben colocar en cada zona se han seguido las pautas marcadas tanto por el Código Técnico de Edificación de 2006, como por las normas RT2-EXT de CEPREVEN. Estas pautas son las siguientes:

- Se dispondrán extintores en Nº suficiente para que el recorrido real en cada planta desde cualquier origen de evacuación hasta un extintor no supere los 15 m.

- Se situarán donde exista una mayor posibilidad de originarse un incendio, próximo a las salidas y siempre en lugares de fácil accesibilidad.

- Para evitar que el emplazamiento de los extintores entorpezca la evacuación en escaleras y pasillos es recomendable la colocación en ángulos muertos.

Una vez cumplidos todas estas exigencias según la normativa vigente, se realizarán una serie de modificaciones con el fin de mejorar la instalación desde el punto de vista de la seguridad y de la funcionalidad; añadiendo algunos más.

PLANTA BAJA

Se ha optado por instalar extintores de polvo ABC de eficacia 21A-113BC de 6 Kg. Esta elección se ha realizado por ser este tipo el más idóneo para la clase de fuego que se puede originar en estas estancias.

Su distribución es la siguiente:

- 6 extintores uniformemente repartidos a lo largo del pasillo de distribución del edificio de primera fase.
- 2 extintores en la biblioteca.
- 3 extintores uniformemente repartidos a lo largo del pasillo de distribución del edificio de segunda fase.
- 1 extintor en el almacén principal

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Ana Belén Garrido López



- 2 extintores en el aula-taller.
- Además, se han instalado dos extintores de CO₂ de eficacia 43B de 5 Kg en el cuarto de contadores y en la conserjería por situarse en este lugar la central de incendios.

PRIMERA PLANTA

De la misma forma, optamos por instalar extintores de polvo ABC de eficacia 21A- 113BC de 6 Kg. Esta elección se ha realizado por ser este tipo el más idóneo para la clase de fuego que se puede originar en estas estancias. Su distribución es la siguiente:

- 10 extintores uniformemente repartidos a lo largo del pasillo de distribución.
- 1 extintor en el aula 2, Desdoble.
- 1 extintor en el aula 3, laboratorio de CC.NN.
- 1 extintor en el aula 9, EPV (Educación Plástica y Visual).

PLANTA ALTA

Por último en esta zona se ha optado por instalar extintores de polvo ABC de eficacia 21A-113BC de 6 Kg. Esta elección se ha realizado por ser este tipo el más idóneo para la clase de fuego que se puede originar en estas estancias. Su distribución es la siguiente:

- 9 extintores uniformemente repartidos a lo largo del pasillo de distribución.
- 1 extintor en el aula 17, Tecnología.
- 1 extintor en el aula 18, Dibujo Técnico.
- 1 extintor en el aula 19, Diversificación.
- 1 extintor en el aula 25, Danza.
- Además, se han instalado dos extintores de CO₂ de eficacia 43B de 5 Kg en las aulas 30 y 31, debido a que constan de un gran número de ordenadores, por ser las aulas en las que se imparten las clases de informática.

La localización de los extintores se puede observar en los planos 11 y 12.

5. INSTALACIÓN DE BOCAS DE INCENDIO EQUIPADAS.

5.1 NÚMERO Y DISTRIBUCIÓN DE LAS BIEs

Para determinar el número mínimo de BIE's a colocar en cada zona se han seguido una serie de pautas marcadas tanto por el CTE, como por la norma RT2-BIE de CEPREVEN. Estas pautas son las siguientes:

- La separación máxima entre cada BIE y su más cercana será de 50 m.
- La distancia desde cualquier punto del local hasta la BIE más próxima no deberá exceder de 25 m.
- La determinación del número de BIE's y su distribución será de tal modo que la totalidad de la superficie a proteger este cubierta por al menos una BIE.

Una vez cumplidas las exigencias mínimas según la normativa vigente, se realizarán ciertas modificaciones con el fin de mejorar la instalación desde el punto de vista de la seguridad y de la funcionalidad. Ver planos 11, 12 y 13.



5.2 RED ESPECÍFICA DE BIES

5.2.1 METODOLOGÍA DE CÁLCULO

El método de cálculo será la aplicación directa de la mecánica de fluidos. Se basa en las siguientes expresiones:

- Ecuación de Continuidad, nos relaciona el caudal, con la velocidad y la sección de la tubería.

$$A_1 \cdot v_1 \cdot \rho_1 = A_2 \cdot v_2 \cdot \rho_2$$

Si la sección es constante y el líquido es incompresible se trabaja a velocidad constante:

$$v = Q/S \longrightarrow Q = v \cdot S$$

Siendo:

Q; caudal

v; velocidad

S; sección de la tubería ($S = \pi \cdot R^2$)

- Ecuación de Conservación de la Energía.

$$P_i + Z_i = P_f + Z_f + h_f \text{ (m)}$$

Donde:

P_i; presión inicial (mca)

P_f; presión final (mca)

Z_i; cota inicial (m)

Z_f; cota final (m)

h_f; pérdidas de carga totales en el tramo (mca)

- Número de Reynolds:

$$Re = D \cdot v \cdot \rho / \mu$$

Donde:

D = Diámetro interno de la tubería (m)

v = Velocidad del fluido (m/s)

ρ = Densidad (Kg/m³)

μ = Viscosidad dinámica (Kg/m·s)

- Ecuación de Darcy-Weisbach, nos proporciona las pérdidas de energía en la tubería a causa del rozamiento del fluido.

$$h_f = 4 \cdot \Phi \cdot L \cdot v^2 / D \cdot g$$

Siendo:

Φ = factor de fricción

L = longitud total (L tubería + L equivalente) (m)

g = aceleración gravitatoria (m/s²)

- Factor de Fricción (Φ): $\Phi = f(Re, \epsilon_r)$

Donde:

rugosidad relativa: $\epsilon_r = \epsilon / D$;

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Ana Belén Garrido López



Se puede calcular analíticamente utilizando la ecuación de Colebrook:

$$1/\sqrt{\Phi} = -2 \log ((\epsilon_r/3.7) + (2.51/Re\sqrt{\Phi}))$$

o bien gráficamente mediante el Diagrama de Moody.

En la práctica, determinaremos mediante el diagrama un valor aproximado, he iremos iterando mediante la ecuación de Colebrook hasta obtener uno más ajustado.

5.2.2 PROCESO DE CÁLCULO DE LA RED.

En principio, existen dos aspectos a tener en cuenta para así cumplir con la normativa vigente:

- La presión en el orificio de salida de la boquilla o lanza de la B.I.E. ha de ser de 2 bar ó 2 kg/cm²
- A efectos de cálculo, las condiciones de presión y caudal habrán de mantenerse con dos B.I.E. cualesquiera en funcionamiento simultáneo y durante una hora.
- Se establece un consumo mínimo para cada BIE's de 25 mm de 1,6 L/s

Tenemos que decidir primero, cuales son las dos BIE's más desfavorables, y en función de ellas, realizar todos los cálculos de la red. Lógicamente, al estar el aljibe situado en la planta baja y contando con las otras dos plantas del edificio, las BIE's de la planta alta serán las más desfavorecidas. Concretamente las BIE's B1A y B3A, son las más desfavorecidas por encontrarse más lejos y a mayor altura. Dichas BIE's las podemos encontrar en el plano 12.

Por otro lado, sabemos que la velocidad máxima recomendada para fluidos a través de tuberías, debe estar entorno a los 1,5 m/s. A partir de esa velocidad pueden empezar a producirse problemas a causa de la turbulencia del flujo. Por tanto, vamos a fijar la velocidad en 1,5 m/s.

Empezaremos calculando los diámetros de las tuberías. El tramo H-I es un tramo de tubería que conduce a una BIE aislada; como podríamos haber elegido otra. En dicho tramo, la longitud de tubería es L = 0,25 m, el caudal (como solo hay una BIE) es de Q = 1,6 L/s, luego puedo relacionar el caudal, la velocidad y la sección de tubería, mediante la ecuación de continuidad:

$$Q = v \cdot S;$$

$$\text{Luego } S = Q/v$$

$$S = 1,6 \text{ L/s} \cdot 1 \text{ dm}^3/\text{L} \cdot 1 \text{ m}^3/1000 \text{ dm}^3 \cdot 1 \text{ s}/1,5 \text{ m} = 1,066 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$\text{Como la sección es circular: } S = \pi \cdot R^2 \rightarrow D = 0,03685 \text{ m} \cdot 39,37''/1 \text{ m} = 1,4508''$$

Pero éste es el diámetro interior teórico, con él nos vamos a la tabla de diámetros de tubería de acero galvanizado y tomamos el diámetro normalizado inmediatamente superior. Esto es, un diámetro de 1,5'', es decir una tubería de 1 1/2''.

Así que ese será el tipo de tubería empleado para abastecer a cada BIE independientemente. Para calcular el diámetro de la tubería principal, usaremos el mismo procedimiento, pero variando el caudal, ya que hemos de ponernos en el caso de tener que abastecer a dos BIES simultáneamente, luego el nuevo caudal será de

$$Q = 2 \cdot 1,6 = 3,2 \text{ L/s}$$

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Ana Belén Garrido López



Operando y observando en la tabla, nos resulta una tubería normalizada de 2''.

El siguiente paso será el cálculo de las pérdidas de carga (hf) a lo largo de la red y así poder determinar las presiones (P). Particularmente, la presión que más nos interesa (aparte de comprobar que en cada una de las BIE's se tiene una presión de 2 bar) es la presión justo a la salida de la bomba, para, conociéndola, poder elegir con garantías la bomba o el equipo de presión más idóneo.

Todos los accesorios utilizados a lo largo de la red (válvulas, codos, tes, estrechamientos, etc.) además de la propia longitud de la tubería, producen una pérdida de carga o energía en el flujo del fluido. Existen diversas formas de cuantificar dichas pérdidas; en nuestro caso, para identificarlas, vamos a considerar cada accesorio como el tramo de tubería equivalente, que produciría la misma pérdida de carga que el propio accesorio. Para ello existen tablas tabuladas que nos dan la longitud equivalente a estas pérdidas. En nuestro caso, la bibliografía empleada para tal efecto, son las tablas recogidas del "Cálculo y normativa básica de las instalaciones en los edificios" de Luís Jesús Arizmendi Barnes. Editorial Eunsa.

Pero para determinar presiones, será necesario además tener en cuenta las pérdidas de carga debido a las diferencias de cotas (Zi y Zf). Como conclusión, utilizamos la Ecuación de Conservación de la Energía de Bernoulli:

$$P_i + Z_i = P_f + Z_f + hf \text{ (m)}$$

Una forma de realizar el cálculo de la instalación, sería aplicar dicha expresión entre el punto inmediatamente posterior al grupo de bombeo y la BIE mas alejada. Esto es; entre los puntos A (a la salida del grupo de bombeo) y B (ultima bifurcación de la red a partir de la cual se separan las tuberías que llevan a las dos BIE's mas desfavorecidas, B1A y B3A).

Otra forma de averiguar esa presión a la salida del grupo de bombeo, sería calcular la instalación por tramos. Utilizando la misma notación de letras empleada en los planos, se procede a ir calculando la red por tramos, a fin de no cometer demasiados errores y con la ventaja de ir conociendo como va variando la presión en cada tramo.

Nosotros seguiremos el primer camino y al final haremos la comprobación de las presiones en alguna de las bocas de incendio. En cualquier caso, se recomienda consultar los planos 11 y 12 donde se encuentra el trazado de la instalación.

- Tramo V-W:

Diámetro de 1 1/2''

Longitud de tubería, L = 0,25 m

Accesorios: 1 válvula de compuerta → Leq = 0,44 m

Longitud total → Ltotal = 0,25 + 0,44 = 0,69 m

v = 1,5 m/s

Cálculo el N° de Reynolds: $Re = D \cdot v \cdot \rho / \mu = 0,03563 \cdot 1,5 \cdot 1000 / 0,001 = 53445$

Como podemos apreciar estamos ante un régimen muy turbulento.

Cálculo ahora el factor de fricción Φ . Lo puedo hacer o bien gráficamente a partir del Re y de la rugosidad relativa del acero galvanizado (ϵ/D); o bien analíticamente.

La rugosidad del acero galvanizado $\epsilon = 1,5 \cdot 10^{-4}$ m; luego $\epsilon/D = 4,2 \cdot 10^{-3}$

Observando en la grafica de Φ frente a Re, obtenemos un $\Phi = 0,032$

Luego las pérdidas de carga hf del tramo V-W serán, a partir de la ecuación de Darcy- Weisbach:

$$hf = 4 \cdot \Phi \cdot L \cdot v^2 / D \cdot g = 4 \cdot 0,032 \cdot 0,69 \cdot (1,5)^2 / 0,03563 \cdot 9,81 = 0,5685 \text{ mca}$$

- Tramo T-V:

Diámetro de 1 1/2''

Longitud de tubería, L = 2,87 m

Accesorios: 1 válvula de compuerta, 1 cono de reducción y 1 codo de 90° → Leq = 0,55+1,30+1,71 = 3,56 m

Luego, L total = 2,87 + 3,56 = 6,43 m

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Ana Belén Garrido López



El N° de Reynolds, $Re = D \cdot v \cdot \rho / \mu = 0.03563 \cdot 1.5 \cdot 1000 / 0.001 = 53445$ (Turbulento)

La rugosidad relativa $\varepsilon/D = 4.2 \cdot 10^{-3}$

El Factor de Fricción, $\Phi = 0,032$

Y las pérdidas de carga,

$$hf = 4 \cdot \Phi \cdot L \cdot v^2 / D \cdot g = 4 \cdot 0,032 \cdot 6.43 \cdot (1.5)^2 / 0.03563 \cdot 9.81 = 5.2981 \text{ mca}$$

- Tramo Q-T:

Diámetro de 2"

Longitud de tubería, $L = 1.3 \text{ m}$

Accesorios: 1 "T" de confluencia $\rightarrow Leq = 0.6 \text{ m}$

Luego; $L_{total} = 1.3 + 0.6 = 1.9 \text{ m}$

$Re = D \cdot v \cdot \rho / \mu = 0.04582 \cdot 1.5 \cdot 1000 / 0.001 = 68730$ (Turbulento)

La rugosidad relativa $\varepsilon/D = 3,27 \cdot 10^{-3}$

El Factor de Fricción, $\Phi = 0,029$

Y las pérdidas de carga,

$$hf = 4 \cdot \Phi \cdot L \cdot v^2 / D \cdot g = 4 \cdot 0,029 \cdot 1.9 \cdot (1.5)^2 / 0.04582 \cdot 9.81 = 1.1032 \text{ mca}$$

- Tramo P-Q:

Diámetro de 2"

Longitud de tubería, $L = 3.72 \text{ m}$

Accesorios: 1 "T" de derivación y 1 válvula de compuerta $\rightarrow Leq = 5 + 0.55 = 5.55 \text{ m}$

Luego $L_{total} = 3.72 + 5.55 = 9.27 \text{ m}$

$Re = D \cdot v \cdot \rho / \mu = 0.04582 \cdot 1.5 \cdot 1000 / 0.001 = 68730$ (Turbulento)

La rugosidad relativa $\varepsilon/D = 3,27 \cdot 10^{-3}$

El Factor de Fricción, $\Phi = 0,029$

Y las pérdidas de carga,

$$hf = 4 \cdot \Phi \cdot L \cdot v^2 / D \cdot g = 4 \cdot 0,029 \cdot 9.27 \cdot (1.5)^2 / 0.04582 \cdot 9.81 = 5.2981 \text{ mca}$$

- Tramo J-P:

Diámetro de 2"

Longitud de tubería, $L = 34.18 \text{ m}$

Accesorios: 1 válvula de compuerta, 1 "T" de derivación $\rightarrow Leq = 0,55 + 5 = 5.55 \text{ m}$

Luego, $L_{total} = 34.18 + 5.55 = 39.73 \text{ m}$

$Re = D \cdot v \cdot \rho / \mu = 0,04582 \cdot 1,5 \cdot 1000 / 0,001 = 68730$ (Turbulento)

La rugosidad relativa $\varepsilon/D = 3,27 \cdot 10^{-3}$

El Factor de Fricción, $\Phi = 0,029$

Y las pérdidas de carga,

$$hf = 4 \cdot \Phi \cdot L \cdot v^2 / D \cdot g = 4 \cdot 0,029 \cdot 35.23 \cdot (1.5)^2 / 0.04582 \cdot 9.81 = 20.4563 \text{ mca}$$

- Tramo B-J:

Diámetro de 2"

Longitud de tubería, $L = 2.15 \text{ m}$

Accesorios: 1 cruz y 1 válvula de compuerta $\rightarrow Leq = 1.2 + 0.55 = 1.75 \text{ m}$

Luego, $L_{total} = 2.15 + 1.75 = 3.9 \text{ m}$.

$Re = D \cdot v \cdot \rho / \mu = 0.04582 \cdot 1.5 \cdot 1000 / 0.001 = 68730$ (Turbulento)

La rugosidad relativa $\varepsilon/D = 3,27 \cdot 10^{-3}$

El Factor de Fricción, $\Phi = 0,029$

Y las pérdidas de carga,

$$hf = 4 \cdot \Phi \cdot L \cdot v^2 / D \cdot g = 4 \cdot 0,029 \cdot 3.9 \cdot (1.5)^2 / 0.04582 \cdot 9.81 = 2.2645 \text{ mca}$$

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Ana Belén Garrido López



- Tramo A-B:

Diámetro de 2"

Longitud de tubería, $L = 2.61$ m

Accesorios: 2 codo 90° , 1 "T" de derivación y una válvula de compuerta $\rightarrow Leq = 2 \cdot (1.71) + 5 + 0.55 = 8.97$ m.

Luego, $L_{total} = 2.61 + 8.97 = 11.58$ m

$Re = D \cdot v \cdot \rho / \mu = 0.04582 \cdot 1.5 \cdot 1000 / 0.001 = 68730$ (Turbulento)

La rugosidad relativa $\varepsilon/D = 3,27 \cdot 10^{-3}$

El factor de fricción, $\Phi = 0,029$

Y las pérdidas de carga,

$hf = 4 \cdot \Phi \cdot L \cdot v^2 / D \cdot g = 4 \cdot 0,029 \cdot 11.58 \cdot (1.5)^2 / 0.04582 \cdot 9.81 = 6.7239$ mca

- Tramo B-C:

Diámetro de 2"

Longitud de tubería, $L = 26.09$ m

Accesorios: 1 "T" de derivación y una válvula de compuerta $\rightarrow Leq = 5 + 0.55 = 5.55$ m.

Luego, $L_{total} = 26.09 + 5.55 = 31.64$ m

$Re = D \cdot v \cdot \rho / \mu = 0.04582 \cdot 1.5 \cdot 1000 / 0.001 = 68730$ (Turbulento)

La rugosidad relativa $\varepsilon/D = 3,27 \cdot 10^{-3}$

El factor de fricción, $\Phi = 0,029$

Y las pérdidas de carga,

$hf = 4 \cdot \Phi \cdot L \cdot v^2 / D \cdot g = 4 \cdot 0,029 \cdot 31.64 \cdot (1.5)^2 / 0.04582 \cdot 9.81 = 18.3718$ mca

- Tramo C-F:

Diámetro de 2"

Longitud de tubería, $L = 1.3$ m

Accesorios: 1 "T" de confluencia $\rightarrow Leq = 0.6$ m

Luego; $L_{total} = 1.3 + 0.6 = 1.9$ m

$Re = D \cdot v \cdot \rho / \mu = 0.04582 \cdot 1.5 \cdot 1000 / 0.001 = 68730$ (Turbulento)

La rugosidad relativa $\varepsilon/D = 3,27 \cdot 10^{-3}$

El Factor de Fricción, $\Phi = 0,029$

Y las pérdidas de carga,

$hf = 4 \cdot \Phi \cdot L \cdot v^2 / D \cdot g = 4 \cdot 0,029 \cdot 1.9 \cdot (1.5)^2 / 0.04582 \cdot 9.81 = 1.1032$ mca

- Tramo F-H:

Diámetro de 1 1/2"

Longitud de tubería, $L = 2.87$ m

Accesorios: 1 válvula de compuerta, 1 cono de reducción y 1 codo de $90^\circ \rightarrow Leq = 0.55 + 1.30 + 1.71 = 3,56$ m

Luego, $L_{total} = 2.87 + 3,56 = 6.43$ m

El N° de Reynolds, $Re = D \cdot v \cdot \rho / \mu = 0.03563 \cdot 1.5 \cdot 1000 / 0.001 = 53445$ (Turbulento)

La rugosidad relativa $\varepsilon/D = 4.2 \cdot 10^{-3}$

El Factor de Fricción, $\Phi = 0,032$

Y las pérdidas de carga,

$hf = 4 \cdot \Phi \cdot L \cdot v^2 / D \cdot g = 4 \cdot 0,032 \cdot 6.43 \cdot (1.5)^2 / 0.03563 \cdot 9.81 = 5.2981$ mca

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Ana Belén Garrido López



- Tramo H-I:

Diámetro de 1 ½"

Longitud de tubería, $L = 0,25$ m

Accesorios: 1 válvula de compuerta $\rightarrow L_{eq} = 0,44$ m

Longitud total $\rightarrow L_{total} = 0,25 + 0,44 = 0,69$ m

$v = 1,5$ m/s

El N° de Reynolds: $Re = D \cdot v \cdot \rho / \mu = 0,03563 \cdot 1,5 \cdot 1000 / 0,001 = 53445$ (Turbulento)

La rugosidad relativa $\epsilon/D = 4,2 \cdot 10^{-3}$

El Factor de Fricción, $\Phi = 0,032$

Luego las pérdidas de carga h_f del tramo serán:

$$h_f = 4 \cdot \Phi \cdot L \cdot v^2 / D \cdot g = 4 \cdot 0,032 \cdot 0,69 \cdot (1,5)^2 / 0,03563 \cdot 9,81 = 0,5685 \text{ mca}$$

Una vez que tenemos las pérdidas de carga de cada tramo, las sumamos y obtendremos las pérdidas de carga totales;

$$h_f, \text{ total} = 0,5685 + 5,2981 + 1,1032 + 5,3826 + 20,4563 + 2,2645 + 6,7239 + 18,3718 + 1,1032 + 5,2981 + 0,5685 = 67,1387 \text{ mca}$$

Ahora si estamos en condiciones para determinar la caída de presión a lo largo de la red de tuberías; desde la salida del grupo de presión hasta las dos BIE's más desfavorables:

Aplicando la Ecuación de Conservación de la Energía:

$$P_A + Z_A = P_W + Z_W + h_f$$

$$P_W = 2 \text{ bar} = 2 \text{ Kg/cm}^2 = 25 \text{ mca}$$

$$Z_W = 2,3 + 1,3 + 2,84 = 6,44 \text{ m}$$

Luego;

$$P_A + 0 = 25 + 6,44 + 67,14 \rightarrow P_A = 98,58 \text{ mca}$$

Una vez realizados todos los cálculos, se comprobaría para alguna de las BIE's que la presión en punta es mayor o igual a la mínima establecida de 2 Kg/cm². Si en algún caso, la presión fuese inferior a la mínima establecida, el procedimiento sería aumentar el diámetro de la tubería hasta alcanzar el nivel de presión requerido.

5.3. CARACTERÍSTICAS DE LA TUBERÍA

Para la red de tuberías, hemos optado por el acero galvanizado. El acero en general, es mucho más resistente que el cobre tanto en la exposición al fuego; como en caso de sufrir algún golpe o contusión.

El galvanizado es un tratamiento que se le aplica al acero. Consiste en recubrir con zinc fundido la superficie del acero para protegerlo de la corrosión. Las principales ventajas de los recubrimientos galvanizados pueden ser:

- Duración excepcional (protección electroquímica).
- Resistencia mecánica elevada.
- Protección integral de las piezas (interior y exteriormente).
- Ausencia de mantenimiento.
- Fácil de pintar.

Para calcular el Schedul de la tubería:

$$Sch = 1000 \cdot P / \sigma$$

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Ana Belén Garrido López



Siendo:

P = Presión de servicio (psi)

σ = Tensión máxima admisible para ese material y a esa temperatura. Se obtiene a partir de tablas normalizadas (psi)

Por un lado sabemos que la presión máxima de servicio está en torno a los 39.84 mca.

$$98.58 \text{ mca} \cdot 14.5 \text{ psi} / 10 \text{ mca} = 142941 \text{ psi}$$

Para buscar σ en las tablas, necesitamos conocer las características de la tubería y la temperatura (°F)

Pongamos una temperatura de 200 °C

$$^{\circ}\text{C} / 5 = (^{\circ}\text{F} - 32) / 9$$

Haciendo cuentas,

$$200 \text{ }^{\circ}\text{C} = 392 \text{ }^{\circ}\text{F}$$

Por otro lado, para el acero galvanizado, y a 392 °F; se busca en la tabla y se obtiene la σ o fatiga máxima admisible.

$$\sigma = 17520 \text{ psi}$$

Sustituyendo en la expresión inicial:

$$\text{Sch} = 1000 \cdot P / \sigma = 1000 \cdot 142941 / 17520$$

Por tanto elegimos el inmediatamente superior, que para los dos diámetros (1^{1/2}" y 2") es Sch 40.

Nota: valor de σ obtenido de la Tabla de fatigas admisibles en plantas de proceso. Extraída del ASA B.31.1. Sección 3 del Catálogo 61. Midwest Piping Division Co. Ct. Louis, Mo.

5.4. SELECCIÓN DEL EQUIPO DE PRESIÓN

Las características que ha de cumplir nuestro equipo de presión, en cuanto a caudal y presión, son las siguientes:

$$Q_N = 3.2 \text{ L/s} = 11.52 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$P_N = 98.58 \text{ mca.}$$

Nos vamos al catalogo comercial de bombas HASA. Hidráulica Alsina, S.A. Dr. Ferrán, 38. La Llagosta (Barcelona). www.bombashasa.es. Elegimos el tipo estándar UNE EDJ (principal eléctrica, secundaria diesel y jockey eléctrica) modelo UNE EDJ 12/45 de Bombas HASA. El modelo indicado se realiza bajo norma UNE 23-500-90 y R.T.2.- ABA/2006 de CEPREVEN, con la gran ventaja de ser un equipo compacto que solo necesita su conexión a la red de incendios y a la corriente eléctrica.

5.5. POTENCIA DE LA BOMBA

El punto nominal de la bomba es:

$$Q_N = 3.2 \text{ L/s}$$

$$P_N = 98.58 \text{ mca} = H_M$$

Para obtener un valor orientativo de la potencia necesaria de la bomba se empleará la siguiente fórmula:

$$P = [Q_N \cdot H_M \cdot \gamma] / [75 \cdot \rho]$$

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Ana Belén Garrido López



Donde:

- P es la potencia de la bomba en CV.
- Q_N es el caudal en L/s.
- H_M es la altura manométrica de la bomba (mca)
- γ es el peso específico del agua, $\gamma_{\text{agua}} = 1 \text{ Kg/L}$
- ρ es el rendimiento del motor que oscila entre 0,7 y 0,8 (para el cálculo se ha tomado un rendimiento de 0,75).

Sustituyendo los valores, obtenemos una Potencia de:

$$P = 3,2 \cdot 98.58 \cdot 1 / 75 \cdot 0,75 = 3.1545 \text{ CV} = 2.3201 \text{ KW} = 2320.1 \text{ W}$$

5.6. COMPROBACIÓN DE QUE EL NPSH DISPONIBLE ES SUFICIENTE

Suponemos que el agua está a 15 °C en el depósito, siendo por tanto su presión de vapor de 0,018 Kg/cm² y su peso específico 1.

Por otra parte, el depósito está en reposo, por lo que su velocidad es 0 m/s.

La cota mínima de la lámina de agua es de un metro respecto a la cota cero del nivel del suelo.
Tenemos por tanto:

$$NPSH_{\text{DISPONIBLE}} = Z_1 + [(P_{\text{MAN}} + P_{\text{ATM}}) / \rho] \cdot 10 - H_C$$

Sustituyendo:

$$NPSH_{\text{DISPONIBLE}} = 1 + [(1,033 + 0,018) / 1] \cdot 10 - H_C = 11,15 - H_C$$

Siendo H_C las pérdidas de carga desde el extremo de la tubería de aspiración hasta la brida de aspiración de la bomba.

Calculamos dichas pérdidas de carga del mismo modo que lo hemos venido haciendo antes.

Tenemos:

Diámetro de 2" $\rightarrow D_{\text{int}} = 0,04582 \text{ m}$
Longitud de tubería, $L = 1 \text{ m}$
Accesorios: 1 válvula de compuerta $\rightarrow L_{\text{eq}} = 0,55 \text{ m}$
 $L_{\text{total}} = 1 + 0,55 = 1,55 \text{ m}$
 $Re = D \cdot v \cdot \rho / \mu = 0,04582 \cdot 1,5 \cdot 1000 / 0,001 = 68730$
La rugosidad relativa $\epsilon/D = 3,27 \cdot 10^{-3}$ (para acero galvanizado)
El Factor de Fricción, $\Phi = 0,029$

Y las pérdidas de carga,

$$H_C = 4 \cdot \Phi \cdot L \cdot v^2 / D \cdot g = 4 \cdot 0,029 \cdot 1,55 \cdot (1,5)^2 / 0,04582 \cdot 9.81 = 0.9 \text{ mca}$$

Luego, el $NPSH_{\text{DISPONIBLE}} = 11,15 - H_C = 11,15 - 0,9 = 10.25 \text{ mca}$

Dicha cantidad representa la energía que hay a la entrada del rodete, por encima de la presión de vapor del líquido a esa temperatura.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Ana Belén Garrido López



Luego, se deduce, que no tendremos problemas con la bomba elegida. Y aunque no conocemos el *NPSH* REQUERIDO, es seguro que se cumple que:

$$NPSH \text{ DISPONIBLE} - NPSH \text{ REQUERIDO} > 1\text{m}$$

5.7. CÁLCULO DEL DEPÓSITO

La capacidad del depósito está en función de las necesidades de la red de BIE's. Según el Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios, se debe garantizar el suministro de agua a la red de BIE's durante al menos 1 hora. De esta forma se calcula el volumen del aljibe de incendio tomando la demanda más desfavorable. La demanda más desfavorable, será el funcionamiento simultáneo de dos bocas de incendio equipadas durante una hora. Esto es:

Un caudal de $1.6 \text{ L/s} \cdot 2 \text{ BIE's} = 3.2 \text{ L/s}$

$$1 \text{ hora} \cdot 60 \text{ min/h} \cdot 60 \text{ s/min} = 3600 \text{ s}$$

Luego necesitaremos un volumen de agua de:

$$V = 3.2 \text{ L/s} \times 3600 \text{ s} = 11520 \text{ L} = 11.52 \text{ m}^3$$

El volumen obtenido sería el mínimo para proporcionar el caudal exigido. Se opta por instalar un depósito con un poco más de capacidad, es decir de 12 m^3 que asegura el abastecimiento en las condiciones más severas.

6. CÁLCULO DE LA ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA.

Para el cálculo referente a alumbrado de señalización y emergencia se ha tenido en cuenta el siguiente marco normativo:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Normas UNE

El Código Técnico de Edificación, en su Documento Básico de Seguridad, establece las características generales que debe reunir la instalación de alumbrado de señalización y emergencia. Para cumplir las condiciones del articulado, puede aplicarse la siguiente regla práctica para la distribución de las luminarias:

- Dotación 5 lúmenes/m^2
- Flujo luminoso de la luminaria = 30 Lúmenes
- Separación de las luminarias = $4 \cdot h$, siendo h la altura a la que estén instaladas las luminarias, comprendidas entre 2 y 2.5 metros.

En la siguiente tabla se muestran las luminarias utilizadas, así como sus características de flujo luminoso y consumo eléctrico. Estos serán los datos a usar para el cálculo y diseño de la presente instalación.

Referencia	Potencia	Superficie cubierta	Lúmenes	Alimentación nominal
NOVA 2N3S	8W	20 m^2	100	230V-50Hz
NOVA 3N4S	8W	39.2 m^2	196	230V-50Hz
NOVA N3S	8W	32 m^2	160	230V-50Hz

Tabla 5. Luminarias

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Ana Belén Garrido López



El proceso de cálculo a seguir comienza por determinar el nivel mínimo exigido de iluminancia. Este se obtiene multiplicando el nivel de 5 lúmenes/m² por la superficie de la zona en cuestión. Con este dato y el nivel de iluminación de la luminaria a usar se obtiene el número de luminarias:

$$\text{Nº mínimo de Luminaria} = (\text{I luminaria requerida}) / (\text{I lum. por lámpara})$$

El dato obtenido puede no ser definitivo, pues habrá que tener en cuenta las posibles modificaciones que; sobre los planos y a fin de mejorar la seguridad; puedan producirse en el número de las mismas.

A continuación, se detalla en la siguiente tabla el tipo y número de luminarias a instalar por zona; así como la zona a instalar y su superficie. Su localización exacta puede verse en los planos 14 y 15.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Ana Belén Garrido López



PLANTA BAJA

LOCAL	SUPERF. (m ²)	ILUM. MIN.	ILUMINANCIA	TIPO LUMINA	Nº DE LUMINA
Orientación	21.01	5 Lum/m ²	105,05	NOVA N3S	1
Administración	16.55	5 Lum/m ²	82,75	NOVA 2N3S	1
Dirección	21.01	5 Lum/m ²	105,05	NOVA N3S	1
Jefe de estudios	16.77	5 Lum/m ²	83,85	NOVA 2N3S	1
APA	16.77	5 Lum/m ²	83,85	NOVA 2N3S	1
Sala de profesores	52.52	5 Lum/m ²	262,6	NOVA N3S	2
Aseo profesoras	15.64	5 Lum/m ²	78,2	NOVA 2N3S	1
Aseo profesores	17.65	5 Lum/m ²	88,25	NOVA 2N3S	1
Vestíbulo 1	16.35	5 Lum/m ²	81,75	NOVA 2N3S	1
Vestuario 1	9.31	5 Lum/m ²	46,55	NOVA 2N3S	1
Vestuario 2	9.51	5 Lum/m ²	47,55	NOVA 2N3S	1
Vestíbulo 2	5.79	5 Lum/m ²	28,95	NOVA 2N3S	1
Seminario 2	26.44	5 Lum/m ²	132,2	NOVA N3S	1
Seminario 3	17.00	5 Lum/m ²	85	NOVA 2N3S	1
Almacén 1	8.58	5 Lum/m ²	42,9	NOVA 2N3S	1
Limpieza	4.67	5 Lum/m ²	23,35	NOVA 2N3S	1
Contadores	4.67	5 Lum/m ²	23,35	NOVA 2N3S	1
Seminario 4	17.00	5 Lum/m ²	85	NOVA 2N3S	1
Seminario 5	26.44	5 Lum/m ²	132,2	NOVA N3S	1
Secretaría	52.70	5 Lum/m ²	263,5	NOVA N3S	2
Biblioteca	104.11	5 Lum/m ²	520,55	NOVA 3N4S NOVA 2N3S	3 1
Almacén 2	8.45	5 Lum/m ²	42,25	NOVA 2N3S	1
Basura	5.4	5 Lum/m ²	27	NOVA 2N3S	1
Conserjería	10.33	5 Lum/m ²	51,65	NOVA 2N3S	1
Despacho alumnos	24.98	5 Lum/m ²	124,9	NOVA N3S	1
Seminario 1	26.04	5 Lum/m ²	130,2	NOVA N3S	1
Almacén ppal.	52.76	5 Lum/m ²	263,8	NOVA N3S	2
Aseo alumnas	51.97	5 Lum/m ²	259,85	NOVA N3S NOVA 2N3S	2 1
Sala de bombeo	24.89	5 Lum/m ²	125,45	NOVA N3S	1
Aseo alumnos	42.10	5 Lum/m ²	210,5	NOVA N3S NOVA 2N3S	2 1
Aseo minusválidos	7.9	5 Lum/m ²	39,5	NOVA 2N3S	1
Cafetería	52.69	5 Lum/m ²	263,45	NOVA N3S	2
Pasillo sector 1	493.62	5 Lum/m ²	2468,1	NOVA 3N4S	15
Pasillo sector 2	205.65	5 Lum/m ²	1028,25	NOVA 3N4S	7
Aula PGS	124.24	5 Lum/m ²	621,2	NOVA N3S	4
Aula 32	60.61	5 Lum/m ²	303,05	NOVA N3S	2
Aula 33	60.82	5 Lum/m ²	304,1	NOVA N3S	2
Taller	207.12	5 Lum/m ²	1035,6	NOVA 3N4S	6
Aseo alumnas	10.72	5 Lum/m ²	53,6	NOVA 2N3S	1
Aseo alumnos	10.72	5 Lum/m ²	53,6	NOVA 2N3S	1
Almacén 3	10.35	5 Lum/m ²	51,75	NOVA 2N3S	1

Tabla 6. Luminarias Sector 1

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Ana Belén Garrido López



PRIMERA PLANTA

LOCAL	SUPERF. (m ²)	ILUM. MIN.	ILUMINANCIA	TIPO LUMINA	Nº DE LUMINA
Dep. Inglés	21.01	5 Lum/m ²	105,05	NOVA N3S	1
Dep. F y Q	16.55	5 Lum/m ²	82,75	NOVA 2N3S	1
Dep. Biología	21.01	5 Lum/m ²	105,05	NOVA N3S	1
Dep. Dibujo	16.77	5 Lum/m ²	83,85	NOVA 2N3S	1
Dep. Francés	16.77	5 Lum/m ²	83,85	NOVA 2N3S	1
Aula 1	60.95	5 Lum/m ²	304,75	NOVA N3S	2
Aula 2	61.53	5 Lum/m ²	307,65	NOVA N3S	2
Aula 3	61.60	5 Lum/m ²	308	NOVA N3S	2
Aula 4	62.27	5 Lum/m ²	311,35	NOVA N3S	2
Aula 5	52.76	5 Lum/m ²	263,8	NOVA N3S	2
Aula 6	52.69	5 Lum/m ²	263,45	NOVA N3S	2
Aula 7	51.56	5 Lum/m ²	257,8	NOVA N3S	2
Aula 8	51.43	5 Lum/m ²	257,15	NOVA N3S	2
Aula 9- EPV	103.44	5 Lum/m ²	517,2	NOVA 3N4S	4
Aula 10	52.65	5 Lum/m ²	263,25	NOVA N3S	2
Aula 11	51.12	5 Lum/m ²	255,6	NOVA N3S	2
Aula 12	52.70	5 Lum/m ²	263,5	NOVA N3S	2
Aula 13	51.71	5 Lum/m ²	258,55	NOVA N3S	2
Aula 14	61.48	5 Lum/m ²	307,4	NOVA N3S	2
Aula 15	62.27	5 Lum/m ²	311,35	NOVA N3S	2
Aseo alumnas	26.25	5 Lum/m ²	131,25	NOVA N3S	1
Aseo alumnos	22.14	5 Lum/m ²	110,7	NOVA N3S	1
Pasillo	321.33	5 Lum/m ²	1606,65	NOVA 3N4S	13

Tabla7. Luminarias Sector 2

PLANTA ALTA

LOCAL	SUPERF. (m ²)	ILUM. MIN.	ILUMINANCIA	TIPO LUMINA	Nº DE LUMINA
Aula 16	60.95	5 Lum/m ²	304,75	NOVA N3S	2
Tecnología	124.19	5 Lum/m ²	620,95	NOVA N3S	4
Aula18	61.53	5 Lum/m ²	307,65	NOVA N3S	2
Aula 19	61.60	5 Lum/m ²	308	NOVA N3S	2
Aula 20	62.27	5 Lum/m ²	311,35	NOVA N3S	2
Aula 21	52.76	5 Lum/m ²	263,8	NOVA N3S	2
Aula 22	52.69	5 Lum/m ²	263,45	NOVA N3S	2
Aula 23	51.56	5 Lum/m ²	257,8	NOVA N3S	2
Aula 24	51.43	5 Lum/m ²	257,15	NOVA N3S	2
Aula 25-danza	103.44	5 Lum/m ²	517,2	NOVA 3N4S	4
Aula 26	52.65	5 Lum/m ²	263,25	NOVA N3S	2
Aula 27	51.12	5 Lum/m ²	255,6	NOVA N3S	2
Aula 28	52.70	5 Lum/m ²	263,5	NOVA N3S	2
Aula 29	51.71	5 Lum/m ²	258,55	NOVA N3S	2
Aula 30	61.48	5 Lum/m ²	307,4	NOVA N3S	2
Aula 31	62.27	5 Lum/m ²	311,35	NOVA N3S	2
Aseo alumnas	26.25	5 Lum/m ²	131,25	NOVA N3S	1
Aseo alumnos	22.14	5 Lum/m ²	110,7	NOVA N3S	1
Pasillo	293.33	5 Lum/m ²	1466,65	NOVA N3S	12

Tabla 8. Luminarias Sector 3

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS
Ana Belén Garrido López

