



Escuela Superior de Ingenieros de la Universidad de Sevilla

Proyecto Fin de Carrera:

**INSTALACIONES CONTRA INCENDIOS DE UN NUEVO CENTRO DE
SALUD UBICADO EN LA PROVINCIA DE CADIZ**

MEMORIA DE CÁLCULO

Realizado por: Santiago González Arroyal

MEMORIA DE CÁLCULO

1. CÁLCULO DE LA OCUPACIÓN DE LA EDIFICACIÓN.

Aplicaremos las exigencias relativas a evacuación y sectorización según la densidad de ocupación que se indica en el artículo 6 de la CPI 96. En los recintos no citados expresamente en el artículo se aplicarán los valores correspondientes que le sean asimilables.

Con carácter general, se considerarán ocupadas simultáneamente todas las zonas o recintos del edificio, salvo en aquellos casos en que la dependencia de usos entre ellos permita asegurar que su ocupación es alternativa.

Según la CPI-96 los valores de densidad de ocupación que se aplicarán a la superficie útil destinada a las actividades de nuestro proyecto son los siguientes:

- a) Zonas de alta densidad: Una persona por cada 2 m² en las salas de espera, vestíbulos y zonas comunes de alta densidad.
- b) Zonas de baja densidad: Una persona por cada 10 m² en zonas destinadas a uso administrativo y consultas para servicios ambulatorios y de diagnóstico.
- c) Zonas de ocupación ocasional: Una persona por cada 40 m² en archivos y almacenes que no son de pública concurrencia.

Excluimos del cálculo de la ocupación los recintos y las zonas de ocupación nula, considerando como tales los accesibles únicamente a efectos de reparación o mantenimiento y aquellos cuyo uso implique sólo una ocupación en casos especiales.

Como locales de ocupación en casos especiales se pueden considerar las salas de máquinas de instalaciones, locales de material de limpieza, los aseos de planta, etc.

1.1. Planta Baja.

1.1.1. Zona de archivos.

Consideramos como la zona de archivos las salas de gestión de usuarios, administración y archivo, podemos decir que por similitud tendremos un nivel de densidad de ocupación mezcla entre ocupación baja y ocasional con una superficie común de 37 m².

Por lo que la ocupación prevista será de 3 personas.

1.1.2. Local de Trabajadora social.

El local tiene una superficie de 12 m² y con respecto al nivel de densidad de ocupación tiene un uso administrativo por lo que es una zona de baja densidad.

Por lo que la ocupación prevista será de 2 personas.

1.1.3. Extracciones y tratamiento.

El local tiene una superficie de 17 m² y con respecto al nivel de densidad de ocupación tiene un uso ambulatorio por lo que es una zona de baja densidad.

Por lo que la ocupación prevista será de 2 personas.

1.1.4. Cirugía menor.

El local tiene una superficie de 17 m² y con respecto al nivel de densidad de ocupación tiene un uso ambulatorio por lo que es una zona de baja densidad.

Por lo que la ocupación prevista será de 2 personas.

1.1.5. Consulta polivalente.

El local tiene una superficie de 22 m² y con respecto al nivel de densidad de ocupación tiene un uso ambulatorio por lo que es una zona de baja densidad.

Por lo que la ocupación prevista será de 3 personas.

1.1.6. Zona de consultas generales.

Consideramos como la zona de consultas generales los pares de consultas 1 y 2, y con respecto al nivel de densidad de ocupación tienen un uso ambulatorio por lo que es una zona de baja densidad, con una superficie común de 60 m².

Por lo que la ocupación prevista será de 6 personas.

1.1.7. Zona de administrativos y box.

Son la zona entre el par de consultas 1 y 2, y los box 1 y 2, y con respecto al nivel de densidad de ocupación tienen un uso administrativo por lo que es una zona de baja densidad, con una superficie común de 15 m².

Por lo que la ocupación prevista será de 3 personas, considerando un mínimo de una persona en cada sala.

1.1.8. Zona de oficio sucio y oficio limpio.

Los consideramos locales de ocupación en casos especiales por lo que según la norma CPI-96 son locales de ocupación nula y por lo tanto no entrarán en el computo de nuestros cálculos.

1.1.9. Zona de residuos biosanitarios y basuras.

Consideramos como esta zona las salas de residuos biosanitarios y la de basuras, y podemos decir que por similitud tendremos un nivel de densidad de ocupación mezcla entre ocupación baja y ocasional con una superficie común de 12 m².

Por lo que la ocupación prevista será de 2 personas.

1.1.10. Sala de comunicaciones.

El local tiene una superficie de 8 m². Esta sala tiene una importancia especial ya que es donde se concentra el control del edificio y por ello se considerará una zona de baja densidad.

Por lo que la ocupación prevista será de 1 persona.

1.1.11. Aseos.

Los consideramos locales de ocupación en casos especiales por lo que según la norma CPI-96 son locales de ocupación nula y por lo tanto no entrarán en el computo de nuestros cálculos.

1.1.12. Urgencias.

El local tiene una superficie de 17 m² y con respecto al nivel de densidad de ocupación tiene un uso ambulatorio por lo que es una zona de baja densidad.

Por lo que la ocupación prevista será de 2 personas.

1.1.13. Sala de educación maternal.

Consideramos como esta zona las salas de educación maternal, almacén y vestuario, y podemos decir que por similitud se puede considerar un nivel de densidad de ocupación alto con una superficie común de 58 m².

Por lo que la ocupación prevista será de 23 personas.

1.1.14. Almacén general.

El local tiene una superficie de 20 m² y con respecto al nivel de densidad de ocupación está considerado una zona de ocupación ocasional.

Por lo que la ocupación prevista será de 1 persona.

1.1.15. Zonas comunes.

Consideramos como zonas comunes el vestíbulo y la sala de espera, y podemos decir que por su uso se puede considerar una zona de alta densidad con una superficie común de 151 m².

Por lo que la ocupación prevista será de 76 personas.

1.2. Planta Primera.

1.2.1. Sala de juntas-biblioteca.

El local tiene una superficie de 32 m² y con respecto al nivel de densidad de ocupación está considerado una zona de baja densidad de ocupación.

Por lo que la ocupación prevista será de 4 personas.

1.2.2. Zona de consultas generales.

Consideramos como la zona de consultas generales los pares de consultas 3, 4, 5, 6, 7 y 8, y con respecto al nivel de densidad de ocupación tienen un uso ambulatorio por lo que es una zona de baja densidad, con una superficie común de 180 m².

Por lo que la ocupación prevista será de 18 personas.

1.2.3. Zona de administrativos y box.

Son las zonas entre los pares de consultas y junto a la sala de juntas y biblioteca, y con respecto al nivel de densidad de ocupación tienen un uso administrativo por lo que es una zona de baja densidad, con una superficie común de 31 m².

Por lo que la ocupación prevista será de 5 personas, considerando un mínimo de una persona en cada sala.

1.2.4. Aseos.

Los consideramos locales de ocupación en casos especiales por lo que según la norma CPI-96 son locales de ocupación nula y por lo tanto no entrarán en el computo de nuestros cálculos.

1.2.5. Zona de vestuarios.

Consideramos como la zona de vestuarios los que están situados en la zona norte de la primera planta, y con respecto al nivel de densidad es una zona de baja densidad, con una superficie común de 32 m².

Por lo que la ocupación prevista será de 4 personas.

1.2.6. Sala de estar.

El local tiene una superficie de 12 m² y con respecto al nivel de densidad de ocupación está considerado una zona de baja densidad de ocupación.

Por lo que la ocupación prevista será de 2 personas.

1.2.7. Local de dirección.

El local tiene una superficie de 17 m² y con respecto al nivel de densidad de ocupación está considerado una zona de baja densidad de ocupación.

Por lo que la ocupación prevista será de 2 personas.

1.2.8. Zonas comunes.

Consideramos como zona común la sala de espera de la primera planta, y podemos decir que por su uso se puede considerar una zona de alta densidad con una superficie de 144 m².

Por lo que la ocupación prevista será de 75 personas.

1.3. Ocupación total del edificio.

La ocupación prevista para la planta baja es de 126 personas y para la planta primera es de 110 personas, por lo que la ocupación prevista total del edificio será de 236 personas.

2. SISTEMA DE BIE'S.

La CPI-96 establece la obligatoriedad de instalar un sistema de bocas de incendio equipadas a los edificios de uso administrativo con superficie total construida mayor de 2000 m². En nuestro caso el edificio tiene una superficie

total construida de 1400 m², por lo que la norma no nos obliga a instalarla, pero se instalará para prevenir futuros cambios en la norma que nos obligue a realizarla posteriormente.

La CPI-96 aconseja que las BIEs sean de 25 mm en la mayor parte del edificio dada la facilidad de manejo de las mismas y sólo en los casos de locales de riesgo especial alto deben usarse BIEs de 45 mm.

El número y distribución de las BIE en un sector de incendio será tal que la totalidad de la superficie del sector en que estén instaladas quede cubierta por una BIE, considerando como radio de acción de ésta la longitud de su manguera incrementada en 5 metros. La longitud de las mangueras es de 20 m por lo que el radio de acción de cada BIE es de 25 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 metros.

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.

En el edificio se instalarán dos BIEs por planta de 25 mm con la disposición que se indica en los planos de extinción de incendios, y de esta forma se puede afirmar que se cumplen todas las especificaciones necesarias para una correcta instalación y utilización de las BIEs.

3. INSTALACIÓN DE DETECCIÓN AUTOMÁTICA Y ALARMA.

Según la CPI-96 esta instalación hace posible la transmisión de una señal, automáticamente mediante detectores o manualmente mediante pulsadores, desde un lugar en que es produce el incendio hasta una central vigilada, así como la posterior transmisión de la alarma desde dicha central a los ocupantes, pudiendo activarse dicha alarma automática y manualmente.

La norma impone las siguientes exigencias:

En edificios de uso Administrativo con superficie total construida mayor que 2.000 m² se dispondrán detectores térmicos o de humo en el interior de los locales y de las zonas de riesgo alto y pulsadores manuales en todo el edificio.

En edificios de uso Administrativo con superficie total construida entre 1000 y 2.000 m² se obliga a la instalación de alarma. Esta instalación hace posible la transmisión de una señal de alarma a los ocupantes del edificio, activándose desde lugares de acceso restringido, para que únicamente puedan ponerla en funcionamiento las personas que tengan esta responsabilidad.

En nuestro caso el edificio tiene una superficie total construida de 1400 m², por lo que la norma solo nos obliga a instalar la alarma contra incendios, pero se dispondrán detectores de humo en el interior de los locales y de las zonas de riesgo alto y pulsadores manuales para prevenir futuros cambios en la norma que nos obligue a realizar la posterior instalación.

4. SUMINISTRO DE AGUA CONTRA INCENDIOS.

Para el abastecimiento de la red de BIES está prohibido que se use la red de uso público para este fin, por lo que es necesaria la construcción de un depósito para el almacenamiento del agua requerida por el sistema, junto con la instalación de un sistema de bombeo que de la presión mínima necesaria en cualquier punto de la red.

La capacidad del depósito vendrá dada por las necesidades de agua de la red de BIE's, y según el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios la red de BIEs deberá garantizar el suministro de dos BIE's cualesquiera durante al menos 60 min, con un caudal de 100 l/min para las BIE-25 con manguera semirígida de 20 m, a una presión mínima en punta de 5 bar.

Por lo que el volumen mínimo de agua que debe ser capaz de almacenar el depósito será de:

$$2 \times 100 \text{ l/min} \times 60 \text{ min} = 12000 \text{ l} = 12 \text{ m}^3$$

El depósito a construir será rectangular con unas dimensiones de 1,4 m x 3 m de base, y una altura de 3 m. Lo que hace una capacidad de 12,6 m³, con la disposición según planos.

Se debe garantizar la reposición total del depósito en 24 horas como máximo, con lo que el caudal mínimo de reposición automática será:

$$12000 \text{ l} / 24 \times 60 \text{ min} = 8,33 \text{ l/min}$$

El sistema de bombeo estará constituido por bomba centrífuga horizontal instalada en carga y capaz de suministrar por sí sola la demanda total de agua prevista, y una bomba jockey, ambas instaladas entre llaves de corte.

Con las siguientes condiciones técnicas:

-Al menos los 2/3 de la capacidad efectiva del depósito se situarán por encima del eje de las bombas.

-El eje de las bombas estará situado a no más de 2 m por encima del nivel más bajo del depósito.

-El motor de accionamiento de las bombas será eléctrico, asíncrono, de rotor en jaula de ardilla, con doble suministro, alimentación normal procedente de la edificación y en caso de fallo de ésta a través de un grupo electrógeno.

-El equipo de bombeo arrancará automáticamente (por caída de presión en la red o por demanda de flujo) y la parada será manual (obedeciendo órdenes de personal responsable).

El punto nominal de las bombas para garantizar el caudal necesario y la presión mínima calculada posteriormente es:

Caudal: 400 l/min Presión: 6 bar

En la curva característica de los grupos de bombeo se deberán cumplir los siguientes características técnicas:

-A caudal cero la presión no será superior al 130% de la presión nominal (7,8 bar)

-A caudal 140% del nominal (560 l/min) la presión no será inferior al 70% de la presión nominal (4,2 bar)

-El motor de la bomba deberá dimensionarse, al menos, para cumplir el punto del 140% del caudal nominal, y en todo caso, se dimensionará para la potencia máxima absorbida por la bomba al final de su curva.

4.1. Pérdida de carga en tuberías y cálculo de la presión mínima necesaria en el origen de la red.

La fórmula utilizada para el calculo de la pérdida de carga en las tuberías de la red de BIE's es:

$$p = 6.05 \times \frac{Q^{1.85}}{C^{1.85} \times d^{4.87}} \times 10^8$$

- P es la pérdida de carga en milibares por metro de tubería
- Q es el caudal de agua en l/min
- C una constante para el tipo de tubería empleada, C=120 para tubería de acero.
- d es el diámetro nominal en mm.

La longitud equivalente en metros de tuberías utilizadas son:

DIAMETRO NOMINAL (mm)	25	32	40	50	65	80
Codo normalizado a 90°	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1
T o Cruz	1.5	1.8	2.4	3.1	3.7	4.6

válvula de compuerta	-	-	-	0.3	0.3	0.3
válvula antiretorno	1.5	2.1	2.7	3.4	4.3	4.9

Para el diseño de cualquier tramo de tubería se considerará el funcionamiento simultáneo de las dos BIÉS que produzcan una mayor pérdida de carga en la red.

Estas son las pérdidas de carga por metro de tubería calculadas con la fórmula anterior según los diámetros y caudales utilizados y con $C=120$ ya que las tuberías serán de acero negro sin soldadura según norma DIN 2440.:

Diámetro nominal (mm)	Caudal (l/min)	pérdida de carga por metro(bar/m)
32	100	0,02019
50	200	0,00828
65	400	0,00832

En la planta primera:

- 1 tubería de \varnothing 32 mm de 5,4 m. $\rightarrow 1 \times 5,4 \text{ m} \times 0,02019 \text{ bar/m} \rightarrow 0,10903 \text{ bar}$
- 1 tubería de \varnothing 32 mm de 7,4 m. $\rightarrow 1 \times 7,4 \text{ m} \times 0,02019 \text{ bar/m} \rightarrow 0,14941 \text{ bar}$
- 2 tubería de \varnothing 32 mm de 0,6 m. $\rightarrow 2 \times 0,6 \text{ m} \times 0,02019 \text{ bar/m} \rightarrow 0,02423 \text{ bar}$
- 2 codos normalizados de 90° con \varnothing 32 mm $\rightarrow 1,8 \text{ m}$.
 $\rightarrow 2 \times 1,8 \text{ m} \times 0,02019 \text{ bar/m} \rightarrow 0,07268 \text{ bar}$
- 1 T de \varnothing 50 mm $\rightarrow 3,1 \text{ m}$. $\rightarrow 1 \times 3,1 \text{ m} \times 0,00828 \text{ bar/m} \rightarrow 0,02567 \text{ bar}$
- caída de presión debido a la altura de 4,5 m $\rightarrow 0,442 \text{ bar}$.

La pérdida de carga total den la primera planta es de 0,82302 bar y la presión mínima necesaria en las BIE's es 5 bar, por lo que la presión necesaria en el origen debe ser de 5, 82302 bar.

En la planta baja:

- 1 tubería de \varnothing 32 mm de 5,4 m. $\rightarrow 1 \times 5,4 \text{ m} \times 0,02019 \text{ bar/m} \rightarrow 0,10903 \text{ bar}$
- 1 tubería de \varnothing 32 mm de 7,4 m. $\rightarrow 1 \times 7,4 \text{ m} \times 0,02019 \text{ bar/m} \rightarrow 0,14941 \text{ bar}$
- 2 tubería de \varnothing 32 mm de 0,6 m. $\rightarrow 2 \times 0,6 \text{ m} \times 0,02019 \text{ bar/m} \rightarrow 0,02423 \text{ bar}$
- 2 codos normalizados de 90° con \varnothing 32 mm $\rightarrow 1,8 \text{ m}$.
 $\rightarrow 2 \times 1,8 \text{ m} \times 0,02019 \text{ bar/m} \rightarrow 0,07268 \text{ bar}$
- 1 cruz de \varnothing 65 mm $\rightarrow 3,7 \text{ m}$. $\rightarrow 1 \times 3,7 \text{ m} \times 0,00832 \text{ bar/m} \rightarrow 0,03078 \text{ bar}$
- 1 tubería de \varnothing 65 mm de 5 m. $\rightarrow 1 \times 5 \text{ m} \times 0,00832 \text{ bar/m} \rightarrow 0,04160 \text{ bar}$
- 1 codo normalizado de 90° con \varnothing 65 mm $\rightarrow 1,8 \text{ m}$.
 $\rightarrow 1 \times 1,8 \text{ m} \times 0,00832 \text{ bar/m} \rightarrow 0,01498 \text{ bar}$
- 2 válvula de compuerta de \varnothing 65 mm $\rightarrow 0,3 \text{ m}$.
 $\rightarrow 2 \times 0,3 \text{ m} \times 0,00832 \text{ bar/m} \rightarrow 0,00500 \text{ bar}$
- 1 válvula antiretorno de \varnothing 65 mm $\rightarrow 4,3 \text{ m}$.
 $\rightarrow 1 \times 4,3 \text{ m} \times 0,00832 \text{ bar/m} \rightarrow 0,03577 \text{ bar}$

- caída de presión debido a la altura de 1,5 m → 0,147 bar.

La pérdida de carga total en la planta baja es de 0,63048 bar y la presión mínima necesaria en las BIE's es 5 bar, por lo que la presión necesaria en el origen debe ser de 5, 63048 bar.

Las demandas mínimas de presión en cada planta para garantizar la presión mínima a la entrada de cada BIE son las siguientes:

- 5, 82302 bar de presión para la planta primera.
- 5, 63048 bar en la planta baja.

Por lo que se necesitan 5, 82302 bar de presión en el origen de la red de BIE's para garantizar la presión mínima, y para ello la presión nominal de las bombas será de 6 bar.