

MEMORIA DE INSTALACIONES

- 5.1 INSTALACION DE FONTANERIA
- 5.2 INSTALACION DE SANEAMIENTO
- 5.3 INSTALACION ELECTRICIDAD
- 5.4 INSTALACION ALUMBRADO
- 5.5 INSTALACION DE CALEFACCION

5.1 INSTALACIÓN DE FONTANERÍA

1.1. MEMORIA

1.1.1. INTRODUCCIÓN

1. Los edificios dispondrán de medios adecuados para suministrar al equipamiento higiénico previsto de agua apta para el consumo de forma sostenible, aportando caudales suficientes para su funcionamiento, sin alteración de las propiedades de aptitud para el consumo e impidiendo los posibles retornos que puedan contaminar la red, incorporando medios que permitan el ahorro y el control del caudal del agua.

2. Los equipos de producción de agua caliente dotados de sistemas de acumulación y los puntos terminales de utilización tendrán unas características tales que eviten el desarrollo de gérmenes patógenos.

Para dar cumplimiento a lo indicado la instalación cumple las siguientes condiciones:

El agua de la instalación cumplirá lo establecido en la legislación vigente sobre el agua para consumo humano. Los materiales a utilizar en la instalación, en relación con su afectación al agua que suministren, cumplirán los siguientes requisitos:

El suministro de agua será continuo y con una presión adecuada y constante en todos los puntos de consumo. Se parte de la acometida de agua potable que proviene de la red municipal de abastecimiento, manteniendo sus condiciones de potabilidad, olor, color y sabor. En consecuencia queda garantizado que se cumplen las condiciones del Real Decreto 140/2003 de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.

La instalación para el suministro de agua no altera la estética de los diferentes locales del edificio. Es de rápida ejecución, fácil conservación y mantenimiento, con tendido registrables. Tiene las características adecuadas para evitar el desarrollo de gérmenes patógenos y no favorecerá el desarrollo de la biocapa (biofilm). Las tuberías cumplirán en todo momento la norma UNE EN ISO 15874.

Los materiales utilizados en tuberías, griferías y demás elementos, son capaces de soportar, de forma general y como mínimo, una presión de trabajo de 15 kg/cm², en previsión de que no les afecten los golpes de ariete provocados por el cierre de los grifos ni la presión de servicio.

Los diferentes locales húmedos dispondrán de la valvulería de corte necesaria para dejar fuera de servicio por avería o conservación y mantenimiento a cada local húmedo sin necesidad de dejar fuera de servicio los restantes locales húmedos.

La instalación será de un funcionamiento seguro y una durabilidad (vida útil) adecuada. Su caudal está en consonancia con la actividad a realizar en el local. El nivel de ruidos cumplirá la Reglamentación vigente siendo las velocidades del agua, en interiores, menores a 1,5 m/seg, no alcanzando en distribución los 2 m/seg. Se dispondrán sistemas antirretorno para evitar la inversión del sentido de flujo. Los antirretornos se dispondrán combinados con grifos de vaciado, de forma que siempre sea posible vaciar cualquier tramo de la red. No se conectará directamente a instalaciones de evacuación ni a instalaciones de suministro proveniente de otro origen que la red pública.

La protección contra la corrosión será la más duradera posible, durante la vida útil de la instalación.

Cuando en la instalación exista agua de uso industrial, las tuberías de agua para el consumo humano se señalarán con los colores verde oscuro o azul.

Las tuberías de agua caliente sanitaria estarán debidamente aisladas a fin de evitar pérdidas de calor a la intemperie y mantener una temperatura de uso uniforme en todos los puntos de consumo

de la vivienda, conforme a lo recogido en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios según RD 1.027/2.007, de fecha 20 de julio.

A fin de prevenir la legionela se evitarán la acumulación de agua en el rango de temperaturas crítico, dotando por otro lado al sistema de un sistema de tuberías de retorno de agua caliente sanitaria, con el fin de programar el sistema para el sobrecalentamiento del agua con una periodicidad programada a fin de evitar la formación de legionelosis.

Cuando se prevea la posibilidad de tener consumos elevados de agua se diseñará un sistema de semiacumulación para reducir la posibilidad de la aparición de cepas de legionela.

Para evitar la legionela, la temperatura de preparación del agua caliente sanitaria no será menor de 60 °C, el sistema de calentamiento será capaz de elevar la temperatura de agua hasta los 70°C para su desinfección , ayudado por el circuito de retorno, y la temperatura de distribución no será menor de 60 °C.

Los caudales considerados para el diseño de la instalación son los que figuran en la tabla 2.1. del DB-HS4 Suministro de agua.

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo agua fría (dm ³ /s)	Caudal instantáneo mínimo ACS (dm ³ /s)
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,07
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,07
Inodoro con cisterna	0,10	0,00
Inodoro con fluxor	1,25	0,00
Urinarios con grifo temporizado	0,15	0,00
Urinarios con cisterna (c/u)	0,04	0,00
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15

En los puntos de consumo la presión será de 100 kPa para los grifos comunes y de 150 kPa para los fluxores y calentadores, no debiendo sobrepasar los 500 kPa en ningún punto.

Cada unidad de consumo de agua fría o caliente individualizable deberá llevar un sistema de contabilización.

1.1.2. ELEMENTOS QUE COMPONEN LA INSTALACIÓN

Los componentes de la instalación de agua fría son los siguientes:

Acometida: Es la tubería que enlaza la instalación general interior con la red de distribución. Será del material y con la ejecución indicada en el cuadro del punto 4.1.1. Dispondrá como mínimo de los siguientes elementos:

- Llave de toma o collarín de toma de carga: Esta llave se coloca sobre la tubería de la red de distribución y es la que abre paso a la acometida.
- Tubo de acometida: Que enlaza la llave de toma con la llave de corte general.

- Llave de registro: Se instala sobre la acometida, en la vía pública, en el exterior de la propiedad, junto al edificio, pudiendo ser manipulada únicamente por el suministrador.

Llave de paso: Se instala en la unión de la acometida con el tubo de alimentación.

Filtro de la instalación: Retiene los residuos del agua. Será de tipo Y con un umbral de filtrado entre 25 y 50 µm. Con malla de acero inox y baño de plata.

Tubo de alimentación: Es la tubería que enlaza la llave de paso con el contador o batería de contadores. Su trazado debe realizarse por zonas de uso común. Si va empotrado, debe disponerse de registros para su inspección y control, al menos, en sus extremos y en los cambios de dirección.

Contador: Se ubicará lo más próximo posible a la llave de paso reduciendo lo máximo posible o eliminando el tubo de alimentación. Se alojará en un armario preferentemente, teniendo las dimensiones adecuadas, según la Norma, preferiblemente en fachada y fácilmente accesible. El contador será de un sistema y modelo aprobado por la compañía suministradora de agua de la zona y el estado, y dispondrá de llaves de corte y válvula de retención.

Válvula de retención: Se instalará después del contador con el fin de evitar el retorno del agua.

Derivación particular: Esta derivación parte del tubo ascendente o montante y hace su entrada a la altura del techo, a una cota superior a la de cualquier aparato discurriendo horizontalmente. Constará de las llaves de paso necesarias para el buen funcionamiento de la instalación.

Derivación del aparato: Conecta la derivación particular o alguna de sus ramificaciones con el aparato correspondiente.

Materiales de las tuberías: En la acometida se usará polietileno de alta densidad. En la instalación interior se usará cobre, acero galvanizado, polietileno o polietileno reticulado, dependiendo por donde discurra la tubería y según indicaciones de la dirección facultativa. Deberá garantizarse que los materiales que se vayan a utilizar en las tuberías y accesorios no produzcan concentraciones de sustancias nocivas que excedan los valores permitidos por el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, que no modifiquen las características organolépticas ni la salubridad del agua suministrada, que sean resistentes a la corrosión, que no presenten incompatibilidad electroquímica entre sí y que sean capaces de funcionar eficazmente en las condiciones previstas de servicio.

Tipo de instalación: La instalación suministrará agua a los cuartos húmedos situados en el edificio estudiado. El diseño de la instalación de ACS seguirá condiciones análogas a la de la red de agua fría. Algunas particularidades son:

- Cuando sea aplicable la contribución mínima de energía solar deberán disponerse tomas de agua caliente en lavadoras y lavavajillas para permitir la instalación de equipos bitérmicos.
- Para soportar los efectos de las dilataciones se dispondrán los anclajes de las tuberías de modo que dilaten libremente. En aquellos casos en los que sea necesario se dispondrán dilatadores.

1.1.3. DIMENSIONADO

1.1.3.1. Reserva de espacio

El espacio previsto para alojar el contador general se obtendrá de la tabla 4.1. del DB-HS 4.

Dimensiones (mm)	Diámetro nominal del contador en mm										
	Armario					Cámara					
	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150
Largo	600	600	900	900	1300	2100	2100	2200	2500	3000	3000
Ancho	500	500	500	500	500	700	700	800	800	800	800
Alto	200	200	300	300	500	700	700	800	900	1000	1000

1.1.3.2. Dimensionado de la red

El dimensionado de la red se hace a partir de cada tramo considerando el caso más desfavorable. El caudal se obtiene en función de la tabla 2.1 antes reseñada. Sobre los caudales obtenidos se aplicará un coeficiente de simultaneidad para ponderar el hecho de que no todos los consumos se dan al mismo tiempo.

A partir de los caudales obtenidos se selecciona la tubería más adecuada teniendo en cuenta que la velocidad se mantenga entre 0,5 y 2,0 m/s para tuberías metálicas, y entre 0,5 y 3,5 m/s para tuberías termoplásticas y multicapas, contando además con que la presión mínima en los puntos comunes de consumo no sea inferior a 100 kPa. De esta manera no se producen grandes pérdidas de agua ni tampoco decantaciones, además de evitar ruidos y vibraciones.

Los diámetros se seleccionaran de forma racional previendo un funcionamiento lógico de la instalación y teniendo en cuenta los diámetros mínimos exigidos en el DB-HS 4 "Suministro de Agua". Como una primera aproximación puede emplearse:

Caudal (l/s)	Diámetro interior (mm)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga (mca/m)
0,1	13	0,75	75
0,2	16	0,99	80
0,3	20	0,95	60
0,4	20	1,27	75
0,5	26	0,94	42
0,6	26	1,13	60
0,7	26	1,32	80
0,8	33	0,93	33
0,9	33	1,05	42
1,0	33	1,17	50
1,2	33	1,40	68
1,3	40	1,03	32
1,4	40	1,11	37
1,5	40	1,19	41
1,6	40	1,27	48
1,7	40	1,35	52

Los valores normalizados de las tuberías de cobre, polietileno reticulado y polipropileno son los siguientes:

TIPO DE TUBERÍA					
Cobre		Polietileno reticulado		Polipropileno	
Referencia	Diámetro interior	Referencia	Diámetro interior	Referencia	Diámetro interior
Ø 12	10.4	Ø 12	8.4	Ø 16	10.6
Ø 15	13.0	Ø 16	12.4	Ø 20	13.2
Ø 18	16.0	Ø 20	16.2	Ø 25	16.6
Ø 22	20.0	Ø 25	20.4	Ø 32	21.2
Ø 28	25.6	Ø 32	26.1	Ø 40	26.6
Ø 35	32.0	Ø 40	32.6	Ø 50	33.2
		Ø 50	40.8	Ø 63	42.0
		Ø 63	51.6	Ø 75	50.0
				Ø 90	60.0

Para una mayor precisión se emplean los métodos siguientes:

- Caudal máximo previsible

Para tramos interiores a un solo suministro, aplicamos la expresión:

$$k_v = \frac{1}{\sqrt{n-1}} + \alpha \times (0,035 + 0,035 \times \log(\log n)); \quad Q_{\max} = k_v \cdot \sum Q$$

donde:

k_v = Coeficiente de simultaneidad.

n = Número de aparatos instalados.

α = Factor corrector que depende del uso del edificio.

Q_{\max} = Caudal máximo previsible (l/s).

$\sum Q$ = Suma del caudal instantáneo mínimo de los aparatos instalados (l/s).

α	0	1	2	3	4
Uso del edificio	Desconocido	Oficinas	Viviendas	Hoteles	Escuelas

Para tramos que alimentan a grupos de suministros, utilizamos esta otra expresión:

$$k_e = \frac{19 + N}{10 \cdot (N + 1)}; \quad Q_{\max.e} = k_e \cdot \sum Q_{\max}$$

donde:

k_e = Coeficiente de simultaneidad para un grupo de suministros.

N = Número de suministros.

$Q_{\max.e}$ = Caudal máximo previsible del grupo de suministros (l/s)

$\sum Q_{\max}$ = Suma del caudal máx. previsible de los suministros instalados (l/s).

- Diámetro

Cada uno de los métodos analizados en los siguientes apartados nos permiten calcular el diámetro interior de la conducción. De los diámetros calculados por cada método, elegiremos el mayor, y a partir de él, seleccionaremos el diámetro comercial que más se aproxime.

a) Cálculo por limitación de la velocidad

Obtenemos el diámetro interior basándonos en la ecuación de la continuidad de un líquido, y fijando una velocidad de hipótesis comprendida entre 0,5 y 2 m/s, según las condiciones de cada tramo. De este modo, aplicamos la siguiente expresión:

$$Q = V \cdot S \Rightarrow D = \sqrt{\frac{4000 \cdot Q}{\pi \cdot V}}$$

donde:

Q = Caudal máximo previsible (l/s)

V = Velocidad de hipótesis (m/s)

D = Diámetro interior (mm)

b) Cálculo por limitación de la pérdida de carga lineal

Consiste en fijar un valor de pérdida de carga y, utilizando la fórmula de pérdida de carga de Flamant, determinar el diámetro interior de la conducción:

$$J = V^{1,75} \cdot L \cdot F \cdot D^{-1,25}$$

donde:

V = Velocidad del agua, en m/s

D = Diámetro interior de la tubería, en m

F = Coeficiente de rugosidad de la tubería

L = Longitud equivalente de la tubería

El coeficiente de rugosidad, como es lógico, depende del tipo de tubería a emplear, distinguiéndose en la Norma Básica las tuberías de paredes lisas (cobre, plomo, plástico) y las tuberías de paredes rugosas (acero galvanizado). Los valores más habituales son:

Material	Acero galvaniz. nuevo	Acero galvaniz. usado	Fundición nueva	Cobre nuevo	Plástico, PVC
Rugosidad x 10 ⁻⁶	700	820	740	570	560

La elección de este coeficiente deberá tener siempre en cuenta las incrustaciones que pueden irse produciendo a lo largo de los años. A tal efecto los factores de envejecimiento son del orden:

Años	5	10	15	20
Factor	1,4	2,20	3,60	5

Para determinar la longitud equivalente en accesorios, utilizamos la relación L/D (longitud equivalente/diámetro interior). Para cada tipo de accesorio consideramos las siguientes relaciones L/D:

Accesorio	L/D
Codo a 90°	45
Codo a 45°	18
Curva a 180°	150
Curva a 90°	18
Curva a 45°	9
Te Paso directo	16
Te Derivación	40
Te Cruz	50

c) Cálculo según normas básicas

A partir del tipo de tramo, seleccionamos la tabla adecuada de las Normas Básicas, y en función del número y tipo de suministros, tipo de tubería, etc., determinamos el diámetro interior mínimo.

- Velocidad

Basándonos de nuevo en la ecuación de la continuidad de un líquido, despejando la velocidad, y tomando el diámetro interior correspondiente a la conducción adoptada, determinamos la velocidad de circulación del agua:

$$V = \frac{4000 \cdot Q}{\pi \cdot D^2}$$

donde:

V = Velocidad de circulación del agua (m/s)

Q = Caudal máximo previsible (l/s)

D = Diámetro interior del tubo elegido (mm)

Nosotros fijaremos la velocidad en función del tramo de la instalación aceptando $v < 1$ m/s, para derivaciones a aparatos y $v < 2$ m/s, en tramos comunes a varios aparatos. En cualquier caso la velocidad no debe sobrepasar los 2 m/s para evitar los golpes de ariete.

- Pérdidas de carga

Obtenemos la pérdida de carga lineal ya explicada. La pérdida total de carga que se produce en el tramo vendrá determinada por la siguiente ecuación:

$$J_T = J + \Delta H$$

donde:

J_T = Pérdida de carga total en el tramo, en m.c.a.

J = Pérdida por la tubería, en m.c.a.

ΔH = Diferencia de cotas, en metros

1.1.3.3. Dimensionado de las derivaciones

Para el dimensionado de las derivaciones nos basaremos en lo indicado en la tabla 4.2 del DB-HS4.

Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos		
Aparato o punto de consumo	Ø nominal del ramal de enlace	
	Acero	Cobre o plástico
Lavamanos	1/2	12
Lavabo, bidé	1/2	12
Ducha	1/2	12
Bañera < 1,4 m	3/4	20
Bañera > 1,4 m	3/4	20
Inodoro con cisterna	1/2	12
Inodoro con fluxor	1-1 1/2	25-40
Urinario con grifo temporizado	1/2	12
Urinario con cisterna	1/2	12
Fregadero doméstico	1/2	12
Fregadero industrial	3/4	20
Lavavajillas doméstico	1/2 (rosca a 3/4)	12
Lavavajillas industrial	3/4	20
Lavadora doméstica	3/4	20
Lavadora industrial	1	25
Vertedero	3/4	20

Aceptando como valor mínimo lo indicado en la tabla 4.3 del DB-HS4.

Diámetros mínimos de alimentación			
Tramo considerado		Ø nominal del tubo de alimentación	
		Acero	Cobre o plástico
Alimentación a cuarto húmedo privado; baño, aseo, cocina		3/4	20
Alim. a derivación particular; vivienda, apartamento, local comercial		3/4	20
Columna (montante o descendente)		3/4	20
Distribuidor principal		1	25
Alimentación equipos de climatización	< 50 Kw	1/2	12
	50 - 250 Kw	3/4	20
	250 - 500 Kw	1	25
	> 500 Kw	1 1/4	32

En las redes de ACS debe disponerse una red de retorno cuando la longitud de la tubería de ida al punto de consumo más alejado sea igual o mayor que 15 m.

a) Para determinar el caudal que circulará por el circuito de retorno, se estimará que en el grifo más alejado, la pérdida de temperatura sea como máximo de 3 °C desde la salida del acumulador o intercambiador en su caso.

b) En cualquier caso no se recircularán menos de 250 l/h en cada columna, si la instalación responde a este esquema, para poder efectuar un adecuado equilibrado hidráulico.

c) El caudal de retorno se podrá estimar según reglas empíricas de la siguiente forma:

- considerar que se recircula el 10% del agua de alimentación, como mínimo. De cualquier forma se considera que el diámetro interior mínimo de la tubería de retorno es de 16 mm.
- los diámetros en función del caudal recirculado se indican en la siguiente tabla.

Relación entre el diámetro de la tubería y el caudal recirculado de ACS	
Diámetro De la tubería (pulgadas)	Caudal recirculado (l/h)
1/2	140
3/4	300
1	600
1 1/4	1.100
1 1/2	1.800
2	3.300

El espesor del aislamiento de las conducciones, tanto en la ida como en el retorno, se dimensionará de acuerdo a lo indicado en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios RITE y sus Instrucciones Técnicas complementarias ITE.

Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorio que transportan fluidos calientes que discurren por el exterior de edificios			
Diámetro exterior	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
D < 35	35	35	30
35 < D < 60	40	40	50
60 < D < 90	40	40	50
90 < D < 140	40	50	60
140 < D	45	50	60

1.1.4. SOLUCIÓN ADOPTADA

La instalación de agua fría alimentará a los aseos femenino y masculino del local, un total de 23 unidades como se indica en el cuadro adjunto.

Local	Elemento	Uds.
Aseo hombres	Lavabo	3
	Inodoro con cisterna	3
	Urinario con grifo temporizado	4
Aseo mujeres	Lavabo	5
	Inodoro con cisterna	3
Aseo minusválidos	Lavabo	2
	Inodoro con cisterna	2

Los consumos instalados son de 2,55 l/s.

La red de agua fría parte de la acometida general donde se dispondrá una válvula de globo para corte, la válvula reductora de presión, el contador y la válvula de retención correspondiente, se realizará en polietileno reticulado de alta densidad de 50 mm de diámetro discuriendo por el lateral del edificio y subiendo por el falso techo del acceso y del vestíbulo hasta llegar a las llaves de paso en los baños donde se podrá reducir a 40 mm hasta las inmediaciones de los puntos de consumo.

Las derivaciones a los aparatos se realizan en tubería de polietileno reticulado de 12 mm.

El contador se ubicará lo más próximo posible a la llave de paso. Será de diámetro 15 mm, con llaves de 30 mm. Las dimensiones de su armario serán: 600 x 500 x 200 mm.

1.2. CÁLCULOS

1.2.1. OBJETO

El objeto del presente anexo es el cálculo, diseño y descripción de la instalación interior de suministro de agua para el edificio de talleres de prácticas para la Docencia en Mecánica del Automóvil objeto de este proyecto.

1.2.2. EXIGENCIAS DE LA INSTALACIÓN. CAUDALES

La instalación interior de fontanería dará suministro a los cuartos húmedos del local objeto de estudio, es decir los aseos. El suministro parte de la acometida de agua potable que proviene de la red municipal de abastecimiento, manteniendo sus condiciones de potabilidad, olor, color y sabor. Los elementos que tenemos en esta instalación son:

Local	Elemento	Uds.
Aseo	Lavabo	2
	Inodoro con cisterna	1
Aseo minusválidos	Lavabo	1
	Inodoro con cisterna	1

A partir de los caudales unitarios que figuran en la tabla 2.1 del DB-HS4 Suministro de agua obtenemos los siguientes consumos:

	Tipo de aparato	Q. inst. Agua fria dm ³ /s	Q. unit. Agua fria dm ³ /s	Q inst. ACS dm ³ /s	Q unit ACS dm ³ /s	Q total Agua fria dm ³ /s	Q total ACS dm ³ /s
0	Lavamanos	0,05	0,05	0,03	0,05	0,00	0,00
3	Lavabo	0,10	0,10	0,07	0,10	0,30	0,00
0	Ducha	0,20	0,20	0,10	0,20	0,00	0,00
0	Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,30	0,20	0,30	0,00	0,00
0	Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,20	0,15	0,20	0,00	0,00
0	Bidé	0,10	0,10	0,07	0,10	0,00	0,00
2	Inodoro con cisterna	0,10	0,10	0,00	0,00	0,20	0,00
0	Inodoro con fluxor	1,25	1,25	0,00	0,00	0,00	0,00
0	Urinarios con grifo temporizado	0,15	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00
0	Urinarios con cisterna (c/u)	0,04	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
0	Fregadero doméstico	0,20	0,20	0,10	0,20	0,00	0,00
0	Fregadero no doméstico	0,30	0,30	0,20	0,30	0,00	0,00
0	Lavavajillas doméstico	0,15	0,15	0,10	0,10	0,00	0,00
0	Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,25	0,20	0,20	0,00	0,00
0	Lavadero	0,20	0,20	0,10	0,10	0,00	0,00
0	Lavadora doméstica	0,20	0,20	0,15	0,15	0,00	0,00
5	TOTAL					0,50	0,00

No se considera necesaria la exigencia de dotación de agua caliente, justificado en virtud de la respuesta a la consulta nº 19311 del 14/07/2007 publicada por el Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España y que dice que "el DB-HS solo exige cantidades mínimas de suministro de agua

caliente cuando esta exista porque venga impuesta por ordenanzas y otras reglamentaciones que regulan las condiciones mínimas de las viviendas y otros edificios, usos o actividades".

En este caso no hay normativa alguna que exija la dotación de agua caliente en los aseos de los centros docentes.

1.2.3. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN

Como todos los elementos de consumo están contiguos, dimensionaremos la tubería para el caudal total desde la acometida hasta un punto cercano a todos los elementos y desde aquí derivaremos a todos los aparatos.

Los datos de partida para el cálculo son:

- Presión de alimentación; Consideramos una presión de alimentación de 3 Kg/cm². En los elementos de consumo la presión no puede ser inferior a 100 kPa (≈ 1 kg/cm²) para los grifos comunes y de 150 kPa ($\approx 1,5$ kg/cm²) para los fluxores y calentadores, no debiendo sobrepasar los 500 kPa (≈ 5 kg/cm²) en ningún punto.
- Caudal máximo; Son los caudales obtenidos en la tabla anterior.
- Número de aparatos; También son los que figuran en la tabla anterior
- Tipo de uso; Será de acuerdo a la tabla siguiente:

a	0	1	2	3	4
Uso del edificio	Desconocido	Oficinas	Viviendas	Hoteles	Escuelas

- Diámetro interior; Lo elegiremos entre los normalizados para el tipo de tubería prevista en cada caso

TIPO DE TUBERIA					
Cobre		Polietileno reticulado		Polipropileno	
Referencia	Diámetro interior	Referencia	Diámetro interior	Referencia	Diámetro interior
Ø 12	10.4	Ø 12	8.4	Ø 16	10.6
Ø 15	13.0	Ø 16	12.4	Ø 20	13.2
Ø 18	16.0	Ø 20	16.2	Ø 25	16.6
Ø 22	20.0	Ø 25	20.4	Ø 32	21.2
Ø 28	25.6	Ø 32	26.1	Ø 40	26.6
Ø 35	32.0	Ø 40	32.6	Ø 50	33.2
		Ø 50	40.8	Ø 63	42.0
		Ø 63	51.6	Ø 75	50.0
				Ø 90	60.0

Como orientación podemos emplear la tabla siguiente:

Caudal (l/s)	Diámetro interior (mm)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga (mca/m)
0,1	13	0,75	75
0,2	16	0,99	80
0,3	20	0,95	60
0,4	20	1,27	75
0,5	26	0,94	42
0,6	26	1,13	60
0,7	26	1,32	80
0,8	33	0,93	33
0,9	33	1,05	42

1,0	33	1,17	50
1,2	33	1,40	68
1,3	40	1,03	32
1,4	40	1,11	37
1,5	40	1,19	41
1,6	40	1,27	48
1,7	40	1,35	52

La selección del diámetro de la tubería debe ser tal que la velocidad se mantenga entre 0,5 y 2,0 m/s para tuberías metálicas y entre 0,5 y 3,5 m/s para tuberías termoplásticas y multicapas

- Longitud de la tubería: En nuestro caso la longitud desde el punto de acometida hasta el la derivación en los ramales es de 3 m y para el ramal mas largo de 411 m.
- Factor de rugosidad: Lo elegiremos de acuerdo al material elegido para la tubería. En este caso polietileno reticulado, y con ayuda de la tabla siguiente:

Material	Acero galvaniz. nuevo	Acero galvaniz. usado	Fundición nueva	Cobre nuevo	Plástico, PVC
Rugosidad x 10 ⁻⁶	700	820	740	570	560

- Factor de antigüedad: Lo elegiremos de acuerdo a la tabla siguiente. En este caso supondremos una vida de 10 años.

Años	5	10	15	20
Factor	1,4	2,20	3,60	5

- Accesorios: Los elementos que hay desde el punto de acometida hasta el de consumo los transformamos en longitud equivalente. Nos ayudamos de la tabla siguiente:

Accesorio	L/D
Codo a 90°	45
Codo a 45°	18
Curva a 180°	150
Curva a 90°	18
Curva a 45°	9
Te Paso directo	16
Te Derivación	40
Te Cruz	50

- Para la red hasta los aseos tenemos:

4 curvas a 90° + 1 Te paso derivación = 4 x 18 + 40 = 112 L/D. Además tenemos el contador al comienzo cuya pérdida se estima en 4,5 m.c.a.

- Para el ramal más desfavorable en los aseos tenemos:

4 curvas a 90° = 4 x 18 = 72 L/D.

- Altura: Es la altura en metros del punto de consumo. En este caso como estamos en la planta baja, las tuberías subirán hasta el techo circulando por este hasta llegar cerca del punto de consumo de los aparatos. La altura será 3 - 0,5 = 2,5 metros, para las cisternas (el caso más desfavorable).

Las características de la tubería para la acometida son:

AGUA FRIA Material de la tubería	Diámetro (mm)	Forma de colocación	
Polietileno reticulado	50	<input type="checkbox"/>	Por patinillos registrables
		<input type="checkbox"/>	Empotrada en el interior de los tabiques en locales húmedos
		<input checked="" type="checkbox"/>	Por el falso techo

Las características de la tubería desde la llave de paso hasta los aparatos son:

AGUA FRIA Material de la tubería	Diámetro (mm)	Forma de colocación	
Polietileno reticulado	40	<input type="checkbox"/>	Por patinillos registrables
		<input type="checkbox"/>	Empotrada en el interior de los tabiques en locales húmedos
		<input checked="" type="checkbox"/>	Por el falso techo

1.2.4. RESERVA DE ESPACIO

No se modifica el contador existente ya que existían previamente unos aseos en dicho espacio

1.2.5. DIMENSIONADO DE LAS DERIVACIONES Y RAMALES DE ENLACE

Los diámetros de las derivaciones a los grupos de aparatos serán de acuerdo con lo indicado en la tabla 4.3 del DB-HS4:

Diámetros mínimos de alimentación				
Tramo considerado			Diámetro nominal del tubo de alimentación	
			NORMA	
			Acero	Cobre o plástico
Alimentación a cuarto húmedo privado; baño, aseo, cocina			3/4	20
Alimentación a derivación particular; vivienda, local comercial			3/4	20
Columna (montante o descendente)			3/4	20
Distribuidor principal			1	25
Alimentación equipos de climatización	X	< 50 Kw	1/2	12
		50 - 250 Kw	3/4	20
		250 - 500 Kw	1	25
		> 500 Kw	1 1/4	32

Para el dimensionado de los ramales de enlace a los aparatos nos basaremos en lo indicado en la tabla 4.2 del DB-HS4:

Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos			
Aparato o punto de consumo	Diámetro nominal del ramal de enlace		
	NORMA		PROYECTO
	Acero	Cobre o plástico	Plástico (mm)
Lavamanos	1/2	12	-
Lavabo, bidé	1/2	12	25
Ducha	1/2	12	-
Bañera < 1,4 m	3/4	20	-
Bañera > 1,4 m	3/4	20	-
Inodoro con cisterna	1/2	12	25
Inodoro con fluxor	1-1 1/2	25-40	-
Urinario con grifo temporizado	1/2	12	-
Urinario con cisterna	1/2	12	-
Fregadero doméstico	1/2	12	-
Fregadero industrial	3/4	20	-
Lavavajillas doméstico	1/2 (rosca a 3/4)	12	-
Lavavajillas industrial	3/4	20	-
Lavadora doméstica	3/4	20	-
Lavadora industrial	1	25	-
Vertedero	3/4	20	-

1.2.6. CÁLCULO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE A.C.S.

En este caso al no disponer de agua caliente, no es aplicable.

5.2. INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO

2.1. MEMORIA

2.1.1. INTRODUCCIÓN

Los edificios dispondrán de medios adecuados para extraer las aguas residuales generadas en ellos de forma independiente o conjunta con las precipitaciones atmosféricas y con las escorrentías.

Para el caso en estudio, la red de evacuación cumplirá los requerimientos de la sección HS 5 Evacuación de aguas del DB-HS del CTE y, en particular, del apartado 3.3.1.2: "trazado sencillo con circulación por gravedad, los manguetones de los inodoros previstos acometerán a la red existente de aguas residuales del edificio y la conexión de los desagües de lavabos se realizará mediante bote sifónico o sifón individual". Esta red de evacuación de aguas residuales se realizará mediante tuberías enterradas de PVC. El dimensionamiento se hará tomando los valores de la tabla 4.1 de la sección HS5 del DB-HS del CTE.

Las aguas que se verterán procedentes de los locales serán las residuales producidas por el metabolismo humano y las actividades de los talleres, por ello se dispone de un separador de grasas para su tratamiento previo antes de su conexión a la red de saneamiento público. Se considerarán a los efectos de la aplicación de la vigente normativa sobre vertidos, como "Aguas residuales domesticas". No existe evacuación de aguas procedentes de drenajes de niveles freáticos.

2.1.2. AGUAS RESIDUALES (PLUVIALES)

No es de aplicación en el presente proyecto

2.1.3. AGUAS RESIDUALES (FECALES)

Para la instalación de saneamiento del local, se dispondrán los correspondientes aparatos sanitarios, realizándose desagües de éstos, con la red horizontal de saneamiento, mediante tubería de PVC en montaje embebido en recreado, conectándose los inodoros a través de sus manguetas, y el resto de los aparatos sanitarios a través de elementos sifónicos adecuados para eliminar malos olores. Se respetará con el fin de centralizarlos cumpliendo las pendientes mínimas de desagüe (1,5%).

La red horizontal de saneamiento, estará formada por tubería de PVC reforzada en montaje empotrado, realizándose los vertidos de los aseos directamente a la red de saneamiento general urbana.

Las aguas residuales que se pueden producir son de escaso volumen y no contienen ácidos pues proceden de los servicios higiénicos y de realizar la limpieza del local, por lo tanto, teniendo en cuenta su constitución, no se considera que puedan perturbar el buen funcionamiento del alcantarillado municipal.

2.1.3.1. Dimensionamiento de la red de evacuación de aguas residuales

La adjudicación de las unidades de desagüe a cada tipo de aparato y los diámetros mínimos de los sifones y las derivaciones individuales se obtienen a partir de la tabla 4.1 del DB-HS5. Para los desagües de tipo continuo o semicontinuo debe tomarse 1 unidad para 0,03 dm³/s de caudal estimado.

Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe		Diámetro mínimo sifón (mm)	
	Uso privado	Uso público	Uso privado	Uso público
Lavabo	1,0	2,0	32,0	40,0
Bidé	2,0	3,0	32,0	40,0
Ducha	2,0	3,0	40,0	50,0
Bañera (con o sin ducha)	3,0	4,0	40,0	50,0
Inodoro con cisterna	4,0	5,0	100,0	100,0

Inodoro con fluxómetro	8,0	10,0	100,0	100,0
Urinario pedestal	0,0	4,0	-	50,0
Urinario suspendido	0,0	2,0	-	40,0
Urinario en batería	0,0	3,5	-	-
Fregadero de cocina	3,0	6,0	40,0	50,0
Fregadero de restaurante	0,0	2,0	-	40,0
Lavadero	3,0	0,0	40,0	-
Vertedero	0,0	8,0	-	100,0
Fuente para beber	0,0	0,5	-	25,0
Sumidero sifónico	1,0	3,0	40,0	50,0
Lavavajillas	3,0	6,0	40,0	50,0
Lavadora	3,0	6,0	40,0	50,0
Cuarto de baño con cisterna	7,0	0,0	100,0	-
Cuarto de baño con fluxómetro	8,0	0,0	100,0	-
Cuarto de aseo con cisterna	6,0	0,0	100,0	-
Cuarto de aseo con fluxómetro	8,0	0,0	100,0	-
Otros (desagüe 40mm)	2,0	2,0	40,0	40,0

Los diámetros indicados se aceptan para ramales de longitud inferior a 1,5 m. El número de unidades para aparatos que no estén en esta tabla se obtiene en función del diámetro del tubo de desagüe.

UDs de otros aparatos	
Diámetro del desagüe (mm)	Unidades de desagüe UD
32	1
40	2
50	3
60	4
80	5
100	6

El diámetro de los ramales colectores entre aparatos sanitarios y la bajante se obtiene en función del número de unidades de desagüe y la pendiente del ramal colector.

Diámetro de ramales colectores entre aparatos sanitarios y bajante			
Máximo número de UD			Diámetro (mm)
Pendiente del 1%	Pendiente del 2%	Pendiente del 4%	
-	1	1	32
-	2	3	40
-	6	8	50
-	11	14	63
-	21	28	75
47	60	75	90
123	151	181	110
180	234	280	125
438	582	800	160
870	1.150	1.680	200

El diámetro de las bajantes debe ser tal que no se sobrepase el límite de ± 250 Pa de variación de presión ni que la superficie ocupada por el agua sea inferior a la tercera parte de la sección transversal. El diámetro de las bajantes lo obtenemos de la tabla 4.4. del DB-HS5 considerando el nº máximo de UD en la bajante y el nº máximo de UD en cada ramal.

Tabla 4.4 Diámetro de las bajantes según el número de alturas del edificio y el número de UD

Máximo número de UD, para una altura de bajante de:		Máximo número de UD, en cada ramal para una altura de bajante de:		Diámetro (mm)
Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	
10	25	6	6	50
19	38	11	9	63
27	53	21	13	75
135	280	70	53	90
360	740	181	134	110
540	1.100	280	200	125
1.208	2.240	1.120	400	160
2.200	3.600	1.680	600	200
3.800	5.600	2.500	1.000	250
6.000	9.240	4.320	1.650	315

Los colectores horizontales se dimensionan para funcionar a media sección hasta un máximo de tres cuartos de sección bajo condiciones de flujo uniforme. Su diámetro lo obtenemos de la tabla 4.5 del DB-HS5 en función del máximo número de UD y de la pendiente.

Tabla 4.5 Diámetro de los colectores horizontales en función del número máximo de UD y la pendiente adoptada

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
Pendiente			
1 %	2 %	4 %	
-	20	25	50
-	24	29	63
-	38	57	75
96	130	160	90
264	321	382	110
390	480	580	125
880	1.056	1.300	160
1.600	1.920	2.300	200
2.900	3.500	4.200	250
5.710	6.920	8.290	315
8.300	10.000	12.000	350

2.1.3.2. Separador de grasas

No es de aplicación en el presente proyecto

2.1.4. SOLUCIÓN ADOPTADA

Red de Fecales

Se dispondrá una red para los aseos, esta red ira a una arqueta general ya existente, ya que en dicho espacio había unos aseos

En los aseos, los desagües individuales de los distintos aparatos se realizaran en tubería de PVC con las dimensiones mínimas recomendadas en los planos y una pendiente nunca inferior al 1,5 %. Todos los lavabos se conectarán a un bote sifónico antes de unirse al colector. Las derivaciones de cada uno de los aseos discurren en colectores separados de PVC reforzado de 90 mm con 2% de pendiente, hasta llegar a sus respectivas arquetas registrables donde se unen a la red general.

2.2. CÁLCULOS

2.2.1. NORMATIVA

Normativa de obligado cumplimiento

- Código técnico de la Edificación, DB HS 5, Evacuación de aguas.
- Orden del 15 septiembre de 1986 por la que se aprueba el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Saneamiento de Poblaciones.
- Norma Básica I.S.A.: "Instalaciones de Salubridad/Alcantarillado". Orden Ministerial de 6 de Marzo de 1973

Normativa de carácter consultivo

- Norma Tecnológica de la Edificación NTE-ISS: Instalaciones de salubridad: Saneamiento.
- Norma Tecnológica de la Edificación NTE-ISA: Instalaciones de salubridad: Alcantarillado.

2.2.2. AGUAS RESIDUALES (PLUVIALES)

No es de aplicación en el presente proyecto

2.2.3. AGUAS RESIDUALES (FECAL)

Para la instalación de saneamiento, se dispondrán los correspondientes aparatos sanitarios, realizándose desagües de éstos, con la red horizontal de saneamiento, mediante tubería de PVC en montaje embebido en recrido, conectándose los inodoros a través de sus manguetas, y el resto de los aparatos sanitarios a través de elementos sifónicos adecuados para eliminar malos olores. Se respetará con el fin de centralizarlos cumpliendo las pendientes mínimas de desagüe (1,5%).

La red horizontal de saneamiento, estará formada por tubería de PVC en montaje empotrado, realizándose los vertidos de los aseos directamente a la red de saneamiento general urbana.

Las aguas residuales que se pueden producir son de escaso volumen y no contienen ácidos pues proceden de los servicios higiénicos y de realizar la limpieza del local, por lo tanto, teniendo en cuenta su constitución, no se considera que puedan perturbar el buen funcionamiento del alcantarillado municipal.

Dimensionado

La adjudicación de las unidades de desagüe a cada tipo de aparato y los diámetros mínimos para los sifones y las derivaciones individuales se obtienen a partir de la tabla 4.1 del DB-HS5. Para los desagües de tipo continuo o semicontinuo se toma 1 UD para 0,03 dm³/s de caudal estimado.

Los diámetros de los Ramales colectores de cada local húmedo los obtenemos a partir de las unidades de desagüe en la tabla 4.3 y suponiendo una pendiente del 2%.

Local	Tipo de aparato sanitario	Cantidad aparatos	Uso público	Diámetro Sifón (mm)	UDS. RAMAL	Diámetro Ramal (mm)
Aseo	Lavabo	2,0	2,0	40,0	10,0	
	Inodoro con cisterna	2,0	2,0	100,0	25,0	
	Total parcial				35,0	90,0
Aseo Minusvalido	Lavabo	3,0	3,0	40,0	8,0	
	Inodoro con cisterna	3,0	3,0	100,0	20,0	
	Total parcial				48,0	90,0

Los ramales individuales serán del mismo diámetro que el sifón y tendrán una pendiente del 3%.

5.3. INSTALACIÓN DE ELECTRICIDAD

1.1. MEMORIA

Si bien la persona que realice el proyecto de legalización definitivo deberá revisar que todos los apartados de este estudio estén conformes la legislación vigente en el momento de su realización, para la confección de este apartado se ha tenido en cuenta la siguiente normativa

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (R.D. 842/2002)
- Guías técnicas de aplicación del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- R.D. 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación
- Normas Tecnológicas de la Edificación. NTE-IER: "Instalaciones de electricidad", Orden 4 de junio de 1984 Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. NTE-IEB: Instalaciones de Electricidad: Baja Tensión. NTE-IEI: Instalaciones de Electricidad:
- Alumbrado Interior. NTE-IEP: Instalaciones de Electricidad: Puesta a Tierra. NTE-IEG: Instalaciones de Electricidad: Generales.
- Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (R.D. 2267/2004 de 3 de diciembre).
- R.D. 486/1997, de 4 de abril. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los centros de trabajo.
- Normas particulares de la Compañía Suministradora.

La relación de las instrucciones técnicas complementarias ITC-BT que se aplican a este estudio en particular son las señaladas con una X en el cuadro adjunto:

Instrucción	Denominación	Aplica
ITC-BT-01	Terminología.	X
ITC-BT-02	Normas de referencia en el Reglamento Electrotécnico de baja tensión.	X
ITC-BT-03	Instaladores autorizados y empresas instaladoras autorizadas.	X
ITC-BT-04	Documentación y puesta en servicio de las instalaciones.	X
ITC-BT-05	Verificaciones e inspecciones.	X
ITC-BT-06	Redes aéreas para distribución en baja tensión.	
ITC-BT-07	Redes subterráneas para distribución en baja tensión.	
ITC-BT-08	Sistemas de conexión del neutro y de las masas en redes de distribución de energía eléctrica	
ITC-BT-09	Instalaciones de alumbrado exterior.	
ITC-BT-10	Previsión de cargas para suministros en baja tensión.	X
ITC-BT-11	Redes de distribución de energía eléctrica. Acometidas.	X
ITC-BT-12	Instalaciones de enlace. Esquemas.	X
ITC-BT-13	Instalaciones de enlace. Cajas generales de protección.	X
ITC-BT-14	Instalaciones de enlace. Línea general de alimentación.	X
ITC-BT-20	Instalaciones interiores o receptoras. Sistemas de instalación.	X
ITC-BT-21	Instalaciones interiores o receptoras. Tubos y canales protectoras.	X
ITC-BT-22	Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra sobre intensidades.	X
ITC-BT-23	Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra sobretensiones.	X
ITC-BT-24	Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra los contactos directos e indirectos	X
ITC-BT-25	Instalaciones interiores en viviendas. Número de circuitos y características.	
ITC-BT-26	Instalaciones interiores en viviendas. Prescripciones generales de instalación.	
ITC-BT-27	Instalaciones interiores en viviendas. Locales que contienen una bañera o ducha.	
ITC-BT-28	Instalaciones en locales de pública concurrencia.	X
ITC-BT-29	Prescripciones particulares para las instalaciones eléctricas de los locales con riesgo de incendio o explosión	X
ITC-BT-30	Instalaciones en locales de características especiales.	
ITC-BT-31	Instalaciones con fines especiales. Piscinas y fuentes.	
ITC-BT-32	Instalaciones con fines especiales. Máquinas de elevación y transporte.	
ITC-BT-33	Instalaciones con fines especiales. Instalaciones provisionales y temporales de obras.	
ITC-BT-34	Instalaciones con fines especiales. Ferias y stands.	
ITC-BT-35	Instalaciones con fines especiales. Establecimientos agrícolas y hortícolas.	

ITC-BT-36	Instalaciones a muy baja tensión.	
ITC-BT-37	Instalaciones a tensiones especiales.	
ITC-BT-38	Instalaciones con fines especiales. Requisitos particulares para la instalación eléctrica en quirófanos y salas de intervención.	
ITC-BT-39	Instalaciones con fines especiales. Cercas eléctricas para ganado.	
ITC-BT-40	Instalaciones generadoras de baja tensión.	
ITC-BT-41	Instalaciones eléctricas en caravanas y parques de caravanas.	
ITC-BT-42	Instalaciones eléctricas en puertos y marinas para barcos de recreo	
ITC-BT-43	Instalación de receptores. Prescripciones generales.	
ITC-BT-44	Instalación de receptores. Receptores para alumbrado.	
ITC-BT-45	Instalación de receptores. Aparatos de caldeo.	
ITC-BT-46	Instalación de receptores. Cables y folios radiantes en viviendas.	
ITC-BT-47	Instalación de receptores. Motores.	X
ITC-BT-48	Instalación de receptores. Transformadores y autotransformadores. Reactancias y rectificadores. Condensadores	
ITC-BT-49	Instalaciones eléctricas en muebles.	
ITC-BT-50	Instalaciones eléctricas en locales que contienen radiadores para saunas.	
ITC-BT-51	Instalaciones de sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas y edificios	

1.1.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS INSTALACIONES

La alimentación eléctrica se realizará en baja tensión, 400/230 V.

- Caja de Protección y medida

No es de aplicación en el presente proyecto, no se modifica la existente

- Derivación individual

No es de aplicación en el presente proyecto, no se modifica la existente

- Dispositivos generales de mando y protección

Lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual se dispondrá un cuadro general de protección y distribución, dividido en un cuadro de mando y protección para fuerza y otro cuadro para alumbrado, con interruptores onnipolares en cada uno de ellos y protección contra sobrecargas, cortocircuitos y contactos indirectos, de acuerdo con las instrucciones ITC-BT-17, 22, 23 y 24.

En los establecimientos en los que proceda, se colocará una caja para el interruptor de control de potencia, inmediatamente antes de los demás dispositivos, en compartimento independiente y precintable. Dicha caja se podrá colocar en el mismo cuadro donde se coloquen los dispositivos de mando y protección.

En locales de uso común o de pública concurrencia los dispositivos de mando y protección no deben ser accesibles al público en general.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección serán como mínimo:

- Un interruptor general automático de corte onnipolar, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos. Este interruptor será independiente del control de potencia y tendrá un poder de corte suficiente para una intensidad de cortocircuito, en el punto de su instalación, de 4.500 A como mínimo.
- Un interruptor diferencial general, de intensidad asignada igual o superior a la del interruptor general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos, salvo que la protección contra contactos indirectos se efectúe mediante otros dispositivos, de acuerdo a ITC-BT-24..

- Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores, de acuerdo a la ITC-BT-22.
- Dispositivo de protección contra sobretensiones, según ITC-BT-23, si fuese necesario.

Si por el tipo o carácter de la instalación se instalase un interruptor diferencial por cada circuito o grupo de circuitos, se podría prescindir del interruptor diferencial general, siempre que queden protegidos todos los circuitos. En el caso de que se instale más de un interruptor diferencial en serie, existirá una selectividad entre ellos.

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20.451 y UNE-EN 60.439-3, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20.324 e IK07 según UNE-EN 50.102.

La envolvente para el interruptor de control de potencia será precintable y sus dimensiones estarán de acuerdo con el tipo de suministro y tarifa a aplicar. Sus características y tipo corresponderán a un modelo oficialmente aprobado.

El instalador fijará de forma permanente sobre el cuadro una placa, impresa con caracteres indelebles, en la que conste su nombre o marca comercial, fecha en que realizó la instalación, así como la intensidad asignada del interruptor general automático

a) Protección contra sobreintensidades

En cumplimiento de la ITC-BT-22, todo circuito estará protegido contra las sobreintensidades que puedan producirse, interrumpiendo el circuito en un tiempo conveniente, o bien estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Las sobreintensidades pueden estar motivadas por; sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia, cortocircuitos o descargas eléctricas atmosféricas.

- Protección contra sobrecargas. El límite de intensidad de corriente admisible ha de quedar garantizada por el dispositivo de protección adecuado. El dispositivo de protección está constituido por un interruptor automático de corte omnipolar con curva técnica de corte.
- Protección contra cortocircuitos. En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de conexión. Cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados puede disponer de su propia protección contra sobrecargas si el dispositivo general asegura la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados.

Los dispositivos de protección deben cumplir las normas UNE 20460-4-43.

b) Protección contra sobretensiones

En cumplimiento de ITC-BT-23, la instalación deberá estar protegida contra las sobretensiones transitorias que se transmiten por las redes de distribución y se deben fundamentalmente a las descargas atmosféricas.

Conforme el DB-SUA 8, será necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo cuando la frecuencia esperada de impactos sea mayor que el riesgo admisible, excepto cuando la eficiencia este comprendida entre 0 y 0,8.

Fórmulas empleadas:

- Frecuencia esperada de impactos; $N_e = N_g \cdot A_e \cdot C1 \cdot 10^{-6}$

Siendo

N_g : Densidad de impactos sobre el terreno (impactos/año, km²).

A_e : Superficie de captura equivalente del edificio aislado en m².

$C1$: Coeficiente relacionado con el entorno.

- Riesgo admisible;

$$N_a = \frac{5,5 \cdot 10^{-3}}{C_2 C_3 C_4 C_5}$$

Siendo: C2: Coeficiente en función del tipo de construcción.

C3: Coeficiente en función del contenido del edificio.

C4: Coeficiente en función del uso del edificio.

C5: Coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades que se desarrollan en el edificio.

El tipo de instalación se determina mediante; $E = 1 - N_a/N_e$

En la tabla siguiente se indica el nivel de protección:

Eficacia requerida	Nivel de protección
$E > 0,98$	1
$0,95 < E < 0,98$	2
$0,80 < E < 0,95$	3
$0 < E < 0,8$	4

Categorías de las sobretensiones:

Las categorías indican los valores de tensión soportada a la onda de choque de sobretensión que deben de tener los equipos. También definen el valor límite máximo de tensión residual que deben permitir los diferentes dispositivos de protección de cada zona para evitar su posible daño.

La ITC-BT-23 distingue 4 categorías diferentes, de acuerdo a la tensión nominal de la instalación y la tensión soportada a impulsos.

TENSIÓN NOMINAL DE LA INSTALACIÓN		TENSIÓN SOPORTADA A IMPULSOS 1,2/50 (kV)			
SISTEMAS TRIFASICOS	SISTEMAS MONOFASICOS	CATEGORIA IV	CATEGORIA III	CATEGORIA II	CATEGORIA I
230/400	230	6	4	2,5	1,5
400/690 1000	-	8	6	4	2,5

Categoría I

Se aplica a los equipos muy sensibles a las sobretensiones y que están conectados a la instalación eléctrica fija, por ejemplo, ordenadores. En este caso, las medidas de protección se toman fuera de los equipos a proteger, ya sea en la instalación fija o entre la instalación fija y los equipos, con objeto de limitar las sobretensiones a un nivel específico.

Categoría II

Se aplica a los equipos destinados a conectarse a una instalación eléctrica fija, por ejemplo, electrodomésticos.

Categoría III

Se aplica a los equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija y a otros equipos a los que se requiere un alto nivel de fiabilidad por ejemplo, armarios de distribución, interruptores, seccionadores, motores de maquinas.

Categoría IV

Se aplica a los equipos y materiales que se conectan en el origen o muy próximos al origen de la instalación, aguas arriba del cuadro de distribución, por ejemplo, contadores de energía.

Medidas para el control de las sobretensiones

Se pueden presentar dos situaciones diferentes:

- Situación natural: cuando no es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias, pues se prevé un bajo riesgo de sobretensiones (debido a que está alimentada por una red subterránea en su totalidad o es una red aérea apantallada). En este caso se considera

suficiente la resistencia a las sobretensiones de los equipos indicada en la tabla de categorías, y no se requiere ninguna protección suplementaria.

- Situación controlada: cuando es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias en el origen de la instalación, pues la instalación se alimenta por, o incluye, una línea aérea con conductores desnudos o aislados. También se considera situación controlada aquella situación natural en que es conveniente incluir dispositivos de protección para una mayor seguridad (continuidad de servicio, valor económico de los equipos, pérdidas irreparables, etc.).

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben seleccionarse de forma que su nivel de protección sea inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se prevé que se vayan a instalar. Los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro o compensador y la tierra de la instalación.

Selección de los materiales en la instalación

Los equipos y materiales deben escogerse de manera que su tensión soportada a impulsos no sea inferior a la tensión soportada prescrita en la tabla anterior, según su categoría.

Si la tensión soportada a impulsos es inferior a la indicada en la tabla se pueden utilizar;

- en situación natural, cuando el riesgo sea aceptable.
- en situación controlada, si la protección contra las sobretensiones es adecuada.

c) Protección contra contactos directos e indirectos

Para proteger a las personas y animales de los choques eléctricos, conforme la ITC-BT-24, todo circuito estará protegido contra contactos directos e indirectos.

1) Protección contra contactos directos

Los medios de protección vienen indicados en la Norma UNE 20.460-4-41 y son:

Protección por aislamiento de las partes activas. Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que solo pueda eliminarse destruyéndolo.

Protección por medio de barreras. Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE 20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente. Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que sean fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD.

Protección mediante obstáculos. Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento. Esta medida se limitará a los locales de servicio eléctrico sólo accesibles por personal autorizado.

Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual. El empleo de dispositivos de corriente diferencial o residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

2) Protección contra contactos indirectos

La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación". Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado

un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deberán estar interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_a \leq U$$

Donde:

" R_a " es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.

" I_a ", es la corriente que asegura el funcionamiento del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.

" U ", es la tensión de contacto límite convencional (50V en locales secos y 24 V en locales húmedos).

- Instalación de puesta a tierra

No es de aplicación en el presente proyecto, no se modifica la existente

1. Instalación y colocación de los tubos protectores

Las dimensiones y características de los tubos, así como las canalizaciones, serán según ITC-BT-21. Se seguirán las siguientes prescripciones generales:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, empleando una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura serán conforme a UNE-EN 50.086-2-2
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos, una vez colocados y fijados, disponiendo para ello de registros. Estos registros, en tramos rectos, no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3.
- Los registros podrán estar utilizados como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas que permitan alojar holgadamente todos los conductores. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se evitará que se produzcan condensaciones de agua en su interior, mediante montajes apropiados.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Si son flexibles la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas será menor de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

a) Tubos en montaje superficial:

Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que fijan curvándose o usando los accesorios necesarios. Se fijarán a las paredes o techos con bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas cada 0,50 metros como máximo. Además se dispondrán en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- Los tubos se dispondrán a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo para protegerlos de eventuales daños mecánicos.

b) Tubos en montaje empotrado

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Las rozas en los elementos de construcción no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Los tubos deben quedar recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo, que en los ángulos puede reducirse a 0,5 centímetros.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores. Cuando se instalen para la propia planta, los tubos deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de al menos 1 centímetro de espesor, además del revestimiento.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados con tapas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables al acabar la obra. Si se instalan en el interior de un alojamiento cerrado y practicable quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento
- Par tubos empotrados en paredes, los recorridos horizontales irán a 50 centímetros como máximo, de suelo o techo y los verticales a una distancia de los ángulos de las esquinas no superior a 20 centímetros.

c) Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes

Los cables tendrán una tensión asignada no inferior a 600/1000 V. armados, provistos de aislamiento y cubierta. Las dimensiones y características de los tubos, así como las canalizaciones, serán según ITC-BT-21. Este tipo de instalación cumplirá con lo especificado en la ITC-BT-20.

- Los cables se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas, o collares de forma que no perjudiquen sus cubiertas.
- La distancia entre dos puntos de fijación sucesivos, no excederá de 0,40 metros, para evitar que los cables puedan doblarse por su propio peso.
- Cuando los cables deban disponer de protección mecánica por el lugar y condiciones de instalación, se utilizarán cables armados o con una protección mecánica complementaria.
- Se evitará curvar los cables con un radio demasiado pequeño, y salvo prescripción en contra fijada en la Norma UNE este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.
- Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a éstas, dejando una distancia mínima de 3 cm
- Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan
- Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la protección mecánica, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación.

d) Conductores aislados en el interior de huecos de la construcción

- Los cables tendrán una tensión asignada no inferior a 450/750 V, con cubierta de protección.
- Los cables o tubos podrán instalarse en los huecos de la construcción totalmente contruídos con materiais incombustibles de resistencia al fuego RF-120 como mínimo.
- Los huecos podrán ser conductos continuos en muros, paredes, vigas, forjados o techos, o bien estar en falsos techos o muros con cámaras de aire.
- La sección de los huecos será, como mínimo, igual a cuatro veces la ocupada por los cables o tubos, y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de éstos, con un mínimo de 20 milímetros.
- Las paredes que separen un hueco que contenga canalizaciones eléctricas de los locales inmediatos, deberán protegerlas contra las acciones previsibles.
- Se evitarán las asperezas en el interior de los huecos, los elevados cambios de dirección y los pequeños radios de curvatura.
- La canalización podrá ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción parcial del elemento constructivo.
- Los empalmes y derivaciones de los cables serán accesibles. Se evitará que puedan producirse infiltraciones, fugas o condensaciones de agua que puedan penetrar en el interior del hueco.

e) Conductores aislados bajo canales protectoras.

La canal protectora estará constituida por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar los conductores, y cerrado por una tapa desmontable. Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

- Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X o superior, y estarán clasificadas según UNE-EN 50.085 como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas". En su interior se podrán colocar mecanismos conforme a las instrucciones del fabricante y realizar empalmes de conductores.
- Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina y que sean conformes a las normas de la serie UNE-EN 50.085.
- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las paredes.
- Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, asegurando su continuidad eléctrica.

La tapa de las canales quedará siempre accesible.

- Alumbrado normal

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de Clase II o Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra. Este elemento irá conectado de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque.

Para los receptores con lámparas de halógenos metálicos y halógenos de 12 V, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas. Para las lámparas

fluorescentes equipadas con reactancia electrónica, la carga mínima prevista será de 1,25 veces la potencia en vatios de cada una de ellas.

En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.

Será aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores, siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0,9 y además se conozca la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas y las corrientes de arranque, que tanto éstas como aquéllos puedan producir.

En el caso de receptores con lámparas de descarga será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9.

En instalaciones con lámparas de muy baja tensión (p.e. 12 V) debe preverse la utilización de transformadores adecuados, para asegurar una adecuada protección térmica, contra cortocircuitos y sobrecargas y contra los choques eléctricos.

Los niveles de iluminación estarán de acuerdo con el apartado de cálculos luminotécnicos y en su defecto a la norma UNE-EN- 12464 en vigor.

- Alumbrado de emergencia

La instalación de alumbrado de emergencia tiene por objeto asegurar, en caso de fallo del alumbrado normal, la iluminación en los locales y accesos hasta las salidas.

La alimentación del alumbrado de emergencia será automática con corte breve (alimentación automática disponible en 0,5 segundos como máximo) y se instalará:

- repartido en todo el recinto
- en los pasillos de evacuación
- en los aseos generales
- en el local donde se ubique el cuadro general u otras instalaciones de protección
- en las salidas de emergencia
- en todo cambio de dirección de la ruta de evacuación
- en toda intersección de pasillo con las rutas de evacuación

1. Alumbrado de seguridad

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

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

La instalación de este alumbrado será fija y estará provista de fuentes propias de energía.

a) Alumbrado de evacuación

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

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

Donde estén situados los equipos manuales de protección contra incendios y en el cuadro de distribución, la iluminancia mínima será de 5 lux.

La relación entre la iluminancia máxima y mínima en el eje de los pasos principales será menor a 40.

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

b) Alumbrado ambiente o anti-pánico

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para evitar todo riesgo de pánico y proporcionar una iluminación ambiente adecuada que permita a los ocupantes identificar y acceder a las rutas de evacuación e identificar obstáculos.

El alumbrado ambiente o anti-pánico debe proporcionar una iluminancia horizontal mínima de 0,5 lux en todo el espacio considerado, desde el suelo hasta una altura de 1 m. La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en todo el espacio considerado será menor de 40.

El alumbrado ambiente o anti-pánico deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista.

Lugares en que deberá instalarse alumbrado de emergencia.

Con alumbrado de seguridad

Es obligatorio situar el alumbrado de seguridad en las siguientes zonas de los locales de pública concurrencia:

- a) En todos los recintos cuya ocupación sea mayor de 100 personas
- b) Los recorridos generales de evacuación de zonas dedicadas a usos residencial u hospitalario y los de zonas destinadas a cualquier otro uso que estén previstos para la evacuación de mas de 100 personas.
- c) En los aseos generales de planta en edificios de acceso público.
- d) En los estacionamientos cerrados y cubiertos para más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y las escaleras que conduzcan desde aquellos hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.
- e) En los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección.
- f) En las salidas de emergencia y en las señales de seguridad reglamentarias.
- g) En todo cambio de dirección de una ruta de evacuación.
- h) En toda intersección de pasillos con las rutas de evacuación.
- i) En el exterior del edificio, en la vecindad inmediata a la salida.
- j) A menos de 2 metros de las escaleras, de manera que cada tramo de escaleras reciba una iluminación directa.
- k) A menos de 2 metros de cada cambio de nivel.
- l) A menos de 2 metros de cada puesto de primeros auxilios
- m) A menos de 2 metros de cada equipo manual destinado a la prevención y extinción de incendios.
- n) En los cuadros de distribución de la instalación de alumbrado de las zonas indicadas anteriormente.

En las zonas incluidas en los apartados m) y n), el alumbrado de seguridad proporcionará una iluminancia mínima de 5 lux a nivel de operación.

Sólo se instalará alumbrado de seguridad para zonas de alto riesgo en las zonas que así lo requieran.

Prescripciones de los aparatos para alumbrado de emergencia.

Aparatos autónomos para alumbrado de emergencia.

Luminaria que proporciona alumbrado de emergencia de tipo permanente o no permanente en la que todos los elementos, tales como la batería, la lámpara, el conjunto de mando y los dispositivos de verificación y control, si existen, están contenidos dentro de la luminaria o a una distancia inferior a 1 metro de ella.

c) Alumbrado de zonas de alto riesgo

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar la seguridad de las personas ocupadas en actividades potencialmente peligrosas o que trabajan en un entorno peligroso. Permite la interrupción de los trabajos con seguridad para el operador y para los otros ocupantes del local.

El alumbrado de las zonas de alto riesgo debe proporcionar una iluminancia mínima de 15 lux o el 10% de la iluminancia normal, tomando siempre el mayor de los valores.

La relación entre la iluminancia máxima y mínima en todo el espacio considerado será menor de 10.

El alumbrado de las zonas de alto riesgo deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo el tiempo necesario para abandonar la actividad o zona de alto riesgo.

1.1.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DE LAS INSTALACIONES

La actividad a desarrollar es la de Docencia, por lo que deben cumplirse en particular las instrucciones técnicas siguientes:

ITC-BT-28 "Instalaciones en locales de pública concurrencia", en lo referente a instalaciones donde se produce la presencia de personas que desconocen las medidas de seguridad y evacuación del local.

Por lo tanto;

- Se dispondrá de alumbrado de emergencia que asegure, en caso de fallo del alumbrado normal, la iluminación en los locales y accesos hasta las salidas. Este alumbrado se repartirá entre las tres fases.

ITC-BT-29 "Prescripciones particulares para las instalaciones eléctricas de los locales con riesgo de incendio o explosión"

Por lo tanto:

Los sistemas de cableado cumplirán con la norma UNE-EN 60079-14 y la norma UNE-EN 50039.

Los cables se dispondrán en conductos o bandejas que cumplan lo indicado en el punto 9.3 de la ITC-BT-29. En el caso de emplear canaletas, estas se dispondrán pegadas al techo con prensaestopas en las entradas y salidas.

No se situarán interruptores ni enchufes a altura inferior a 1,5 m. con respecto al suelo.

1.1.3. SOLUCION ADOPTADA

La instalación eléctrica se realizará en toda la edificación objeto del presente proyecto, consistirá en alumbrado, alumbrado de emergencia, tomas de corriente para usos varios, cuadros de tomas de fuerza para alimentación varias.

La zona a reformar dispone de su propio cuadro, en buen estado de conservación por lo que se reformará y aumentará en caso de ser necesario

1.2.1. CÁLCULO DE LA OCUPACIÓN

El cálculo de la ocupación realizado de conformidad con el CTE SI 3, y que figura en la Memoria, resulta ser de 109 personas. La actividad del local será la de docencia.

Dado que se trata de un establecimiento de carácter docente con una ocupación prevista según el DB-SUA mayor de 50 personas, está catalogado como de pública concurrencia por el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión; por lo que será preceptivo lo indicado en su ITC-BT-028.

Si realizamos el cálculo de ocupación de conformidad con la ITC-BT-028 deberemos considerar el espacio útil descontando los pasillos, vestíbulos y servicios. Obteniendo:

- Superficie computable; = 342,53 m²
- Ocupación (razón de 1 persona/0,8 m²) = 274 personas

A pesar de lo anteriormente expuesto en la revisión 2 de septiembre de 2004 de la Guía Técnica de Aplicación (Guía BT-28) "Instalaciones en locales de pública concurrencia" de la mencionada ITC-BT-28 la interpretación de la ocupación es menos restrictiva. En un párrafo de dicha Guía se dice:

"Dado que la determinación de la superficie útil de cada local de pública concurrencia depende de su actividad y teniendo en cuenta que existen valores de densidad de ocupación particularizados en cada tipo de actividad tanto en la NBR-CP-96, como en el futuro Código Técnico de la Edificación (CTE), se recomienda que el cálculo de la ocupación del local se realice utilizando los valores indicados en éstos últimos y en el caso de que la actividad del local no esté contemplada en ellos se utilice el valor genérico indicado en esta ITC-BT-28"

Por lo tanto, se tomará la ocupación resultante del cálculo realizado según el Código Técnico; en donde los valores de ocupación se adecuan más a la actividad a realizar.

1.2.5. CIRCUITOS DE ALUMBRADO

Los equipos de alumbrado cumplirán con lo establecido en la norma UNE-EN 60598 y las partes metálicas deberán tener conexión a la red de puesta a tierra. En esta instalación se emplearán los siguientes tipos:

- Luminarias empotrables especulares similares a las existentes.
- Pantallas empotrables para aseos y almacén

Como se ha mencionado en la Memoria se dispone un cuadro principal que contiene el alumbrado y fuerza, YA EXISTENTE.

El término general de cada cuadro auxiliar será trifásico de 32 A por lo tanto la potencia de cálculo de la línea será de 22,2 Kw.

Nota: Para el cálculo de los circuitos, en los motores aislados se multiplicará la potencia nominal por 1,25. Cuando hay varios motores se multiplica el de mayor potencia por 1,25 y los demás por 1.

1.2.6. POTENCIAS PREVISTA, MÁXIMA Y CONTRATADA

Para calcular la potencia prevista consideramos:

Alumbrado: Todas las estancias y puestos de trabajo están iluminados simultáneamente, siendo únicamente esporádicas en los aseos y cuartos de instalaciones. Se estima un coeficiente de simultaneidad de 1.

Fuerza: Se considera un coeficiente de simultaneidad de 0,85 para todos los equipos, valor que difícilmente se dará en la realidad, pues entre otras razones rara vez no funcionarán los elevadores al mismo tiempo.

Emergencias: No se considera pues su uso anula una de las anteriores.

En consecuencia:

POTENCIAS MÁXIMA Y PREVISTA	
Potencia alumbrado (Kw)	2,51
Potencia fuerza (Kw)	78,6
Coeficiente de simultaneidad alumbrado	1
Coeficiente de simultaneidad fuerza	0,85
Factor de potencia	0,9
Potencia Máxima (Kw)	81,1
Potencia Prevista (Kw)	77

Al ser la potencia prevista inferior a 100 KVA no es necesario prever el espacio para un centro de transformación.

En función de la potencia instalada indicada, la simultaneidad de funcionamiento previsible, el horario de trabajo y demás características, se determinará en su momento la potencia a contratar, así como el equipo de medida idóneo.

Si aplicamos la ITC-BT-10 del REBT, tenemos que para instalaciones de oficinas se debe estimar una carga de 100 w/m². Para nuestro caso serían 1061 x 100 = 106 Kw, valor inferior al que hemos obtenido en función de las cargas consideradas.

1.2.7. CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES

Todos los conductores serán de cobre o aluminio, aislamiento seco termoplástico con una tensión asignada de 0,6/1 KV. para líneas exteriores y 450/750 V. para líneas interiores, su cubierta estará libre de halógenos, baja emisión de humos en el interior de tubos protectores rígidos de PVC, enterrados o empotrados.

El cálculo y elección de estas secciones se hace teniendo en cuenta:

	Contadores totalmente concentrados		Contadores parcialmente concentrados		Suministro para un único usuario sin LGA	
	Alumb.	Fuerza	Alumb.	Fuerza	Alumb.	Fuerza
Línea general alimentación (ITC-BT-14)	0,5 %		1 %		-	
Derivaciones individuales (ITC-BT-15)	1 %		0,5 %		1,5 %	
Instalación interior (ITC-BT-19)	3 %	5 %	3 %	5 %	3 %	5 %
Caída de tensión admisible TOTAL	4,5 %	6,5 %	4,5 %	6,5 %	4,5 %	6,5 %

En instalaciones industriales que se alimente directamente en alta tensión mediante un transformador de distribución propio, los valores máximos admisibles de la caída de tensión serán del 4,5 % para los circuitos de alumbrado y del 6,5% para los de fuerza.

Para el cálculo de la sección de los conductores se tienen en cuenta las expresiones siguientes:

Circuitos trifásicos
$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos \varphi} \text{ A} \quad S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{c \cdot e} \text{ o } \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot U}$$

Circuitos monofásicos:
$$I = \frac{P}{V \times \cos \varphi} \text{ A} \quad S = \frac{2 \times L \times I \times \cos \varphi}{c \times e} \text{ o } \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot U}$$

Si despreciamos el término de reactancia, al ser mucho mayor la componente resistiva, la caída de tensión será:

Circuitos trifásicos: $\Delta U = \sqrt{3} \times R \times I \times \cos \varphi$ siendo $R = c \times L / S$

Circuitos monofásicos: $\Delta U = 2 \times R \times I \times \cos \varphi$ siendo $R = c \times L / S$

siendo:

P = potencia en vatios

S = sección del conductor de fase (mm²)

L = longitud de la línea en metros

e = caída de tensión en voltios (máx. 3 %, 12 V para alimentación trifásica)

I = Intensidad en amperios

c = conductividad en Siemens (1/56 para el cobre y 1/36 para el aluminio a 20°C), que se corregirá para la temperatura máxima de trabajo del cable

V = tensión en voltios (230 V monofásica, 400 V trifásica)

Se tendrá en cuenta asimismo la tabla 1 de ITC-BT-19

La intensidad de cortocircuito será:

$$\text{Entre fases: } I_{cc} = \frac{U_l}{\sqrt{3} Z}$$

$$\text{Entre fase y neutro: } I_{cc} = \frac{U_f}{2 \times Z}$$

Donde:
 U_l = tensión compuesta o de línea en voltios
 U_f = tensión simple o de fase en voltios
 Z = impedancia total en el punto de cortocircuito en Mohm
 I_{cc} = intensidad de cortocircuito en KA

La impedancia total en el punto de cortocircuito se obtendrá a partir de la resistencia y reactancia totales de los elementos hasta el punto de cortocircuito:

$$Z = (R_t^2 + X_t^2)^{1/2}$$

Siendo: $R_t = R_1 + R_2 + \dots + R_n$ Resistencia total en el punto de cortocircuito.
 $X_t = X_1 + X_2 + \dots + X_n$ Reactancia total en el punto de cortocircuito.

Los dispositivos de protección deberán tener un poder de corte mayor o igual a la intensidad de cortocircuito prevista en el punto de su instalación, y deberán actuar en un tiempo tal que la temperatura alcanzada por los cables no supere la máxima permitida por el conductor.

Para que se cumpla esta última condición, la curva de actuación de los interruptores automáticos debe estar por debajo de la curva térmica del conductor, por lo que debe cumplirse lo siguiente:

$$I^2 \times t \leq K \times \Delta T \times S^2 \quad \text{para } 0,01 \leq t \leq 0,1 \text{ s,} \quad \text{y donde:}$$

I = Intensidad permanente de cortocircuito.
 t = Tiempo de desconexión en segundos.
 K = Constante que depende del tipo de material.
 ΔT = Sobretemperatura máxima del cable en °C.
 S = Sección en mm²

Se tendrá también en cuenta la intensidad mínima de cortocircuito determinada por un cortocircuito fase - neutro y al final de la línea o circuito en estudio.

Este valor se necesita para determinar si un conductor queda protegido en toda su longitud a cortocircuito, ya que es condición imprescindible que dicha intensidad sea mayor o igual que la intensidad del disparador electromagnético. En el caso de usar fusibles para la protección del cortocircuito, su intensidad de fusión debe ser menor que la intensidad soportada por el cable sin dañarse, en el tiempo que tarde en saltar. En todo caso, este tiempo siempre será inferior a 5 segundos.

1.2.8. DERIVACIÓN INDIVIDUAL

La derivación individual parte de la línea general de alimentación y suministra energía eléctrica a la instalación de usuario. El conductor a emplear será cobre o aluminio siguiendo el código de colores indicado en la ITC-BT-19, con una tensión asignada de 0,6/1 kV, de seguridad aumentada, no propagador del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. El tubo irá en canalización enterrada en tubo de PVC y tendrá un diámetro tal que permita ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 100%.

Para la derivación individual se usarán cables unipolares XLPE (RZ1 0,6/1 kV) de Cu de 70 mm² de sección, cuya intensidad máxima admisible para montaje enterrado es de 186 A con un factor de corrección de 0,8.

El diámetro del tubo para montaje enterrado será de 140 mm

1.2.12. CIRCUITOS DE ALUMBRADO

El conductor a emplear será de cobre siguiendo el código de colores indicado en la ITC-BT-19, con una tensión asignada de 0,6/1 kV, no propagador del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Irá alojado bajo tubo plástico rígido.

En todas las zonas se establecerán, partiendo de la red trifásica de alimentación de alumbrado, tres circuitos monofásicos de dos conductores RN, SN y TN, (fase y neutro) protegidos con interruptores automáticos magnetotérmicos y diferenciales independientes para cada uno de estos circuitos, de forma que se realice un reparto equitativo de las lámparas de alumbrado entre las tres fases. A fin de conseguir una mayor fiabilidad en el alumbrado para el caso de fallo de suministro en una de estas fases que se protegerán por separado según se indica en los planos.

La distribución del alumbrado se realizará con un cuadro general de alumbrado con sus correspondientes interruptores magnetotérmicos, desde los que se realizarán los encendidos centralizados. Los encendidos localizados se accionarán mediante mecanismos de 10 A.

1.2.9. CIRCUITOS DE FUERZA

El conductor a emplear será de cobre siguiendo el código de colores indicado en la ITC-BT-19, con una tensión asignada de 0,6/1 kV, no propagador del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Irá alojado bajo tubo plástico rígido.

La tomas de corriente, tanto trifásicas como monofásicas, estarán construidas en material aislante total, cuerpo y piezas soporte de polyamida, aislante autoextinguible y resistencia a la corrosión, protección IP-447, 500 V. 3P+T y 2P+T, 16 y 25 A, construidas cumpliendo UNE 20315 y UNE EN 60309 en zonas de uso industrial y no público.

Las acometidas finales a los motores y máquinas se realizarán bajo tubo metálico flexible, con racores de conexión roscados.

En el caso de tomas de fuerza de usos varios se usa un coeficiente de simultaneidad que depende del número de equipos iguales y de su probabilidad de uso. Para el caso de los enchufes de usos varios se acepta para dos enchufes 0,9, para tres 0,8 y para cuatro o más 0,75.

1.2.10. PROTECCIONES

En el cuadro general de distribución o en los secundarios se dispondrán los dispositivos de mando y protección para cada una de las líneas generales de distribución y las de alimentación directa a receptores. Cerca de cada uno de los interruptores del cuadro se colocará una placa indicadora del circuito al que pertenecen. El conexionado interior de los cuadros se realizará con conductores de cobre con aislamiento ES07Z1-K(AS), es decir libre de halógenos y no propagadores de la llama.

Los dispositivos a colocar serán:

- Relés diferenciales destinados a la protección contra contactos indirectos por cada grupo de circuitos.
- Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores.

1.2.11. PROTECCIONES CONTRA SOBREINTENSIDADES

a) Para que la línea quede protegida a sobrecarga, la protección debe cumplir simultáneamente las siguientes condiciones:

$$I_u \leq I_n \leq I_z \text{ cable} \quad \text{e} \quad I_{tc} \leq 1.45 \times I_z \text{ cable}$$

Siendo:

I_u = Intensidad de utilización prevista.
 I_n = Intensidad nominal del fusible o magnetotérmico.
 I_z = Intensidad admisible del conductor o del cable.
 I_{tc} = Intensidad disparo del dispositivo a tiempo convencional.

b) Para que la línea quede protegida contra un cortocircuito, el poder de corte de la protección debe ser mayor al valor de la intensidad máxima de cortocircuito:

$$I_{cu} \geq I_{cc} \text{ máx}$$

Además, la protección debe ser capaz de disparar en un tiempo menor al tiempo que tardan los aislamientos del conductor en dañarse por la elevación de la temperatura. Esto debe suceder tanto en el caso del cortocircuito máximo, como en el caso del cortocircuito mínimo:

$$\begin{array}{ll} \text{Para } I_{cc} \text{ máx:} & T_p \text{ cc máx} < T_{\text{cable cc máx}} \\ \text{Para } I_{cc} \text{ mín:} & T_p \text{ cc mín} < T_{\text{cable cc mín}} \end{array}$$

Siendo:

I_{cu} = Intensidad de corte último del dispositivo.
 I_{cs} = Intensidad de corte en servicio. Se recomienda que supere a la I_{cc} en protecciones instaladas en acometida del circuito.
 T_p = Tiempo de disparo del dispositivo a la intensidad de cortocircuito max/ min.
 T_{cable} = Valor de tiempo admisible para que no se quemen los aislamientos del cable a la intensidad de cortocircuito max/min.

1.2.12. PROTECCIONES CONTRA SOBRETENSIONES

Se analiza de acuerdo al DB-SUA 8. Aunque por tratarse de una reforma de un local y este estar situado en un edificio debidamente legalizado no le es de aplicación esta exigencia, lo calculamos para proceder a su comprobación si fuera preciso.

Es necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo cuando la frecuencia esperada de impactos sea mayor que el riesgo admisible, excepto cuando la eficiencia este comprendida entre 0 y 0,8.

Fórmulas empleadas:

- Frecuencia esperada de impactos; $N_e = N_g A_e C_1 10^{-6}$

Siendo N_g : Densidad de impactos sobre el terreno (impactos/año,km²).
 A_e : Superficie de captura equivalente del edificio aislado en m².
 C_1 : Coeficiente relacionado con el entorno.

- Riesgo admisible; $N_a = \frac{5,5 \cdot 10^{-3}}{C_2 C_3 C_4 C_5}$

Siendo: C_2 : Coeficiente en función del tipo de construcción.
 C_3 : Coeficiente en función del contenido del edificio.
 C_4 : Coeficiente en función del uso del edificio.
 C_5 : Coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades que se desarrollan en el edificio.

Se aconseja protección frente al rayo, pero no es obligatoria pues $E < 0,80$. De disponerse será de nivel 4.

Protección interna contra sobretensiones en la instalación:

Al estar alimentada por una red subterránea en su totalidad se considera sufriente la resistencia a las sobretensiones de los equipos que se indica en la tabla 1 de la ITC-BT-23 y no se requiere ninguna protección especial contra las sobretensiones transitorias.

TENSIÓN NOMINAL DE LA INSTALACIÓN		TENSIÓN SOPORTADA A IMPULSOS 1,2/50 (kV)			
SISTEMAS TRIFÁSICOS	SISTEMAS MONOFÁSICOS	CATEGORIA IV	CATEGORIA III	CATEGORIA II	CATEGORIA I
230/400	230	6	4	2,5	1,5
400/690 1000	-	8	6	4	2,5

1.2.13. PROTECCIONES CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación". De este modo se impedirá que una tensión de contacto se mantenga durante un tiempo tal que puede dar como resultado un riesgo.

Las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben estar interconectadas y unidas por conductores de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición: $R_a \times I_a \leq U$ donde:

- R_a es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.
- I_a es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.
- U es la tensión de contacto límite convencional (50 ó 24V).

Los dispositivos a utilizar para la protección serán relés diferenciales. Los resultados del cálculo se reflejan en el anexo "Cálculo de las protecciones contra contactos indirectos".

Para el caso que nos ocupa la resistencia de tierra en función de los relés diferenciales de menor sensibilidad (300 mA) colocados será de:

$$R_a = 24 / 0,3 = 80 \Omega.$$

No obstante, conforme a las recomendaciones del REBT y las normas generales de las compañías eléctricas para conducciones enterradas la resistencia de la red de tierra será inferior a 37 Ohmios.

5.4. INSTALACIÓN DE ALUMBRADO

2.1. MEMORIA

Si bien la persona que realice el proyecto de legalización definitivo deberá revisar que todos los apartados de este estudio estén conformes la legislación vigente en el momento de su realización, para la confección de este apartado se ha tenido en cuenta la siguiente normativa

- R.D. 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Código técnico de la Edificación, DB SUA 4. Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada.
- Código técnico de la Edificación, DB HE3. Eficiencia energética en las instalaciones de iluminación.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (R.D. 842/2002)
- UNE 12464.1 Norma Europea sobre iluminación para interiores.
- R.D. 486/1997, de 4 de abril. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los centros de trabajo.

Los equipos de alumbrado estarán dotados de armaduras construidas en chapa de acero de primera calidad, electro-cincada, con pintura epoxi en polvo, de color blanco, conformada en frío con perfiladora, termo esmaltada, de rígido anclaje y reflector de aluminio anodizado, pulido y abillantado. Cumplirán con lo establecido en la norma UNE-EN 60598 y las partes metálicas deberán tener conexión a la red de puesta a tierra.

2.1.1. ALUMBRADO EXTERIOR

No es de aplicación en el presente proyecto

2.1.2. ALUMBRADO INTERIOR

Es el destinado a permitir la realización de las tareas visuales en condiciones de normalidad. Los pasos que debemos seguir para diseñarlo son:

- 1.- Elegir el tipo de iluminación acorde con el proyecto
- 2.- Seleccionar la iluminancia media
- 3.- Elegir el conjunto lámpara-luminaria
- 4.- Determinar el coeficiente de utilización
- 5.- Calcular el factor de mantenimiento
- 6.- Calcular el número de luminarias requeridas
- 7.- Calcular el valor de eficiencia energética de la instalación
- 8.- Definir el sistema de control

1. Tipo de iluminación

a) En función de la distribución de las luminarias:

Iluminación general: Las luminarias se distribuyen de forma más o menos uniforme en el espacio a iluminar. Tiene la ventaja de su flexibilidad para redistribuir o modificar las zonas de trabajo. Sus inconvenientes son su baja eficiencia energética pues las zonas de trabajo secundarias tienen la misma iluminación que las secundarias y que con frecuencia se producen deslumbramientos.

Iluminación general localizada: Las luminarias se concentran sobre las áreas de trabajo. Las áreas contiguas se iluminan con la luz emitida por las luminarias de las zonas principales. Las ventajas son su mayor eficiencia energética y menor deslumbramiento. El inconveniente es su poca flexibilidad para realizar cambios de distribución de las áreas de trabajo.

b) En función de la modelización del espacio:

Iluminación ambiental: Mediante una luz indirecta se consigue una iluminación difusa, de baja intensidad que permite la realización de tareas visuales sencillas.

Iluminación focalizada; Mediante una luz directa colocada en el mobiliario o dirigido a él. Resulta ideal cuando se combina con iluminación ambiental permitiendo una gran versatilidad, alta calidad y gran eficiencia energética. Para evitar contrastes excesivos la iluminación ambiental debe ser la tercera parte de la iluminación focalizada.

Iluminación de acento; Con iluminación directa y direccional hacemos resaltar un objeto o una parte de un edificio. Para esto la iluminación en la zona debe ser 10 veces mayor que la circundante.

Iluminación decorativa; Mediante lámparas y luminarias que se convierten en protagonistas. Su finalidad es resaltar el propio sistema de iluminación a la vez que proporciona la iluminación ambiental. Cuando es muy brillante puede ocasionar deslumbramientos.

2. Iluminancia media

Según establece el R.D. 486/97, de 14 de abril, disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, siempre que sea posible, los lugares de trabajo tendrán una iluminación natural, que deberá complementarse con una artificial cuando la primera, por si sola, no garantice las condiciones de visibilidad adecuadas. De este modo los valores mínimos de luminosidad son los siguientes:

CONCEPTO	PARÁMETRO	MEDIDAS R.D.
Niveles mínimos de iluminación	Exigencias visuales de cada zona	Bajas exigencias visuales 100 lux
		Exigencias visuales moderadas 200 lux
		Exigencias visuales altas 500 lux
		Exigencias visuales muy altas 1000 lux
	Áreas o locales según su uso	Uso ocasional 50 lux
		Uso habitual 100 lux
	Vías de circulación según su uso	Uso ocasional 25 lux
		Uso habitual 100 lux

Estos niveles mínimos deberán duplicarse cuando existan riesgos de caídas, choques u otros accidentes, exista peligro para el trabajador durante la realización de alguna tarea o cuando el contraste de luminancias o de color entre el objeto a visualizar y el fondo sea muy débil. La distribución de los niveles de iluminación debe ser lo más uniforme posible, se evitarán los deslumbramientos y los sistemas que perjudiquen la percepción de contrastes.

Por otra parte, el DB-SUA 4 del Código Técnico establece una iluminancia mínima de 20 lux en zonas exteriores y de 100 lux en zonas interiores, excepto en aparcamientos interiores donde será de 50 lux medidos a nivel de suelo. Dada la parquedad de esta información resulta especialmente útil la Norma UNE 12464.1 Norma Europea sobre iluminación para interiores. Sus recomendaciones se resumen en dos aspectos confort visual y rendimiento de colores.

Dentro del confort visual engloba parámetros como la relación de luminancias entre tarea y entorno o el control del deslumbramiento. Los requisitos de iluminación se determinan por el cumplimiento de tres necesidades básicas:

- Confort visual; en el que los trabajadores tienen una sensación de bienestar.
- Prestaciones visuales; en el que los trabajadores son capaces de realizar sus tareas visuales, incluso en circunstancias difíciles y durante periodos largos.
- Seguridad.

Según esta norma UNE 12464.1, los parámetros fundamentales que debe cumplir la iluminación en función de la actividad realizada son los siguientes:

ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS					
1. Jardines de infancia y guarderías					
Nº ref	Tipo de interior, tarea y actividad	Em lux	UGR _L	R _a	Observaciones
1.1	Sala de juegos	300	19	80	

1.2	Guardería	300	19	80	
1.3	Sala de manualides	300	19	80	
2. Edificios Educativos					
2.1	Aulas, aulas de tutoría	300	19	80	La iluminación debería se controlable. En pizarra evitar reflexiones especulares. En salas de lectura 750 lux En salas de escuelas de arte Tcp>5.000 K
2.2	Aulas para clases nocturnas y/o adultos	500	19	80	
2.3	Sala de lectura	500	19	80	
2.4	Pizarra	500	19	80	
2.5	Mesa de demostraciones	500	19	80	
2.6	Aulas de arte	500	19	80	
2.7	Aulas de arte en escuelas de arte	750	19	80	
2.8	Aulas de dibujo técnico	750	16	80	
2.9	Aulas de prácticas y laboratorios	500	19	80	
2.10	Aulas de manualidades	500	19	80	
2.11	Talleres de enseñanza	500	19	80	
2.12	Aulas de prácticas de música	300	19	80	
2.13	Aulas de prácticas de informática	300	19	80	
2.14	Laboratorios de lenguas	300	19	80	
2.15	Aulas de preparación y talleres	500	22	80	
2.16	Halls de entrada	200	22	80	
2.17	Áreas de circulación, pasillos	100	25	80	
2.18	Escaleras	150	25	80	
2.19	Aulas comunes de estudio y de reunión	200	22	80	Para deportes específicos usar EN 12193
2.20	Salas de profesores	300	19	80	
2.21	Biblioteca; estanterías	200	19	80	
2.22	Biblioteca; salas de lectura	500	19	80	
2.23	Almacenes de material de profesores	100	25	80	
2.24	Salas de deporte, gimnasios, piscinas	300	22	80	
2.25	Cantinas escolares	200	22	80	
2.26	Cocina	500	22	80	

3. Elegir el conjunto lámpara-luminaria

En este paso seleccionamos el tipo de lámpara y luminaria que se usará, teniendo en cuenta el tipo de proyecto a realizar y la iluminación requerida. Al seleccionar este conjunto también se deben especificar sus características fotométricas principales;

Flujo luminoso (lm), potencia eléctrica (w), eficacia (lm/w), diagrama polar de distribución luminosa, tabla de coeficientes de utilización.

En la elección del tipo de luminaria a utilizar en cada zona, nos guiaremos por las recomendaciones recogidas en los manuales de Luminotecnia, los cuales definen el tipo de luminaria en función de la altura del local a iluminar.

Altura del local	Tipo de luminaria
< 4 metros	Luminaria Extensiva
Entre 4 y 6 metros	Luminaria Semi-extensiva
Entre 6 y 10 metros	Luminaria Semi-intensiva
Más de 10 metros	Luminaria Intensiva

Otro de los factores que hemos considerado al escoger la luminaria es el tipo de actividad que se va a desarrollar en el local a iluminar. Así se suelen elegir luminarias estancas para las dependencias interiores donde se desarrollan actividades industriales y luminarias abiertas en las oficinas.

4. Determinar el coeficiente de utilización

El coeficiente de utilización es la relación entre el flujo luminoso que incide en el plano de trabajo y el flujo luminoso suministrado por la luminaria. Es la cantidad de flujo luminoso efectivamente aprovechado en el plano de trabajo después de interactuar con las luminarias y las superficies del local. Se determina a partir de las tablas suministradas por el fabricante considerando las

reflectancias del techo, del suelo, de las paredes y el factor de forma del local. Este factor de forma se calcula aplicando la fórmula.

$$K = \frac{a \cdot b}{h(a + b)}$$

siendo: a = longitud en metros

b = ancho en metros.

h = altura en metros del punto luminoso al plano de trabajo

La altura del plano de trabajo se toma 0,75 m para trabajos sentados y 0,85 m para trabajos realizados de pie.

La reflectancia de una superficie es la razón entre el flujo luminoso reflejado por la superficie y el flujo que incide sobre ella, es decir, el porcentaje de la luz que refleja la superficie. Depende de su color, material y textura. Se obtiene con la ayuda de la tabla siguiente:

TONO	COLOR		SUPERFICIES		ACABADOS DE CONSTRUCCIÓN			
Muy claro	Blanco nuevo	88	Arce	43	Piedra blanca	18		
	Blanco viejo	76	Nogal	16	Cemento	27		
	Blanco azulado	76	Caoba	12	Hormigón	40		
	Crema	81	Pino	48	Mármol blanco	45		
	Azul	65	Madera clara	30-50	Vegetación	25		
	Miel	76	Madera oscura	10-25	Asfalto limpio	7		
	Gris	83			Adoquín	17		
	Azul verde	72			Grava	13		
					Ladrillo claro	30-50		
		Ladrillo oscuro			15-25			
Claro	Crema	79	ACABADOS METÁLICOS					
	Azul	55						
	Miel	70						
	Gris	73						
Mediano	Azul verde	54	Blanco polarizado	80				
	Amarillo	65	Aluminio pulido	75				
	Miel	63	Aluminio mate	75				
	Gris	61	Aluminio claro	63				
Oscuro	Azul	8						
	Amarillo	50						
	Café	10						
	Gris	25						
	Verde	7						
	Nearo	3						

En caso de desconocerse las características de las paredes, suelo y techo se tomarán como valores de reflexión por defecto 0,5 para las paredes, 0,3 para el suelo y 0,7 para el techo.

5. Calcular el factor de mantenimiento

El factor de mantenimiento es la relación entre la iluminancia promedio en el plano de trabajo después de un periodo de uso determinado y la iluminancia promedio obtenida al empezar a usar la instalación. Se obtiene a partir de la expresión;

$$f = f_s \times f_l \times f_b$$

siendo: f_s = depreciación de la luminaria por la suciedad

f_l = depreciación del flujo luminoso de la lámpara

f_b = factor del balasto

Para facilitar el proceso se puede escoger el factor de mantenimiento de la tabla sugerida por la Comisión internacional de iluminación, a partir de la frecuencia de limpieza y de las condiciones ambientales:

Frecuencia de limpieza (años)	1				2			
Condiciones ambientales	Muy limpio	Limpio	Normal	Sucio	Muy limpio	Limpio	Normal	Sucio
Luminaria abierta	0.96	0.93	0.89	0.83	0.93	0.89	0.84	0.78
Reflector parte superior abierta	0.96	0.90	0.86	0.83	0.89	0.84	0.80	0.75
Reflector parte superior cerrada	0.94	0.89	0.81	0.72	0.88	0.80	0.69	0.59
Reflector cerrado	0.94	0.88	0.82	0.77	0.89	0.83	0.77	0.71
Luminarias a prueba de polvo	0.98	0.94	0.90	0.86	0.95	0.91	0.86	0.81
Luminarias de luz indirecta	0.91	0.86	0.81	0.74	0.86	0.77	0.66	0.57

6. Calcular el número de luminarias requeridas

El número total de luminarias requeridas lo obtenemos a partir de la expresión:

$$N = \frac{E \times S \times P}{\Phi \times n \times f}$$

siendo: N = Número de luminarias.

E = Iluminación nominal deseada.

S = Superficie del local.

Φ = Flujo luminoso total en lúmenes de las lámparas de la luminaria.

f = Factor de mantenimiento

n = Coeficiente de utilización.

P = factor de Planificación (1,10-1,25)

Después de calcular N, elegiremos el número de luminarias a emplear de acuerdo a su disposición en el local. Con este número calcularemos el flujo luminoso obtenido en el local.

7. Calcular el valor de eficiencia energética de la instalación y definir su sistema de control

El documento básico DB-HE 3, del Código Técnico de la Edificación, establece la eficiencia energética de las instalaciones de iluminación, que debe aplicarse a las instalaciones de iluminación interior en:

- edificios de nueva construcción;
- rehabilitación de edificios existentes con una superficie útil superior a 1000 m², donde se renueve más del 25% de la superficie iluminada;
- reformas de locales comerciales y de edificios de uso administrativo en los que se renueve la instalación de iluminación.

Además de los alumbrados de emergencia, se excluyen del ámbito de aplicación:

- edificios y monumentos con valor histórico o arquitectónico reconocido, cuando el cumplimiento de las exigencias de esta sección pudiese alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto;
- construcciones provisionales con un plazo previsto de utilización igual o inferior a 2 años;
- instalaciones industriales, talleres y edificios agrícolas no residenciales;
- edificios independientes con una superficie útil total inferior a 50 m²;
- interiores de viviendas.

En estos casos se justificarán las soluciones adoptadas

1. Cálculo de la eficiencia energética de la instalación

Los valores de eficiencia energética límite en recintos interiores se establecen en la tabla siguiente:

ZONAS DE ACTIVIDAD DIFERENCIADA	VEEI LIMITE
Administrativo en general	3,0
Andenes de estaciones de transporte	3,0
Pabellones de exposición o ferias	3,0
Salas de diagnóstico	3,5
Aulas y laboratorios	3,5
Habitaciones de hospital	4,0
Recintos interiores no descritos en este listado	4,0
Zonas comunes	4,0
Almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	4,0
Aparcamientos	4,0
Espacios deportivos	4,0
Estaciones de transporte	5,0
Supermercados, hipermercados y grandes almacenes	5,0
Bibliotecas, muelles y galerías de arte	5,0
Zonas comunes en edificios residenciales	6,0
Centros comerciales (excluidas tiendas)	6,0
Hostelería y restauración	8,0
Religioso en general	8,0
Salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias	8,0
Tiendas y pequeño comercio	8,0
Habitaciones de hoteles, hostales, etc.	10,0
Locales con nivel de iluminación superior a 600 lux	2,5

El VEEI de la instalación viene dado en función de:
$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_m}$$

Siendo: P la potencia total instalada en lámparas más los equipos auxiliares [w].
S la superficie iluminada [m²]
Em la iluminancia media horizontal mantenida.

La iluminancia media mantenida del local viene dada
$$E_m = \frac{F \times U \times R}{1.25 \times S}$$
 por;

Siendo: Em la iluminancia media mantenida sobre el plano de trabajo [lux]
F el flujo luminoso entregado por las lámparas [lúmenes]
U el coeficiente de utilización.
R el coeficiente de mantenimiento de la instalación.

El coeficiente de utilización se obtiene de tablas en función del tipo de lámparas, de las características de reflexión de los cerramientos y de la geometría del local (viniendo esta determinada en función del factor de forma del local). El factor de forma del local viene dado por la expresión:

$$K = \frac{A \times L}{h \times (A + L)}$$

Donde A, L y h son el ancho, el largo y la altura al plano de trabajo respectivamente.

El valor de la potencia instalada en iluminación no debe superar los valores indicados en la tabla siguiente:

Uso del edificio	Potencia máxima instalada (W/m²)
Administrativo	12
Aparcamiento	5
Comercial	15

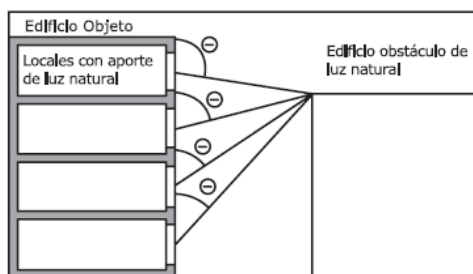
Docente	15
Hospitalario	15
Restauración	18
Auditorios, teatros, cines	15
Residencial Público	12
Otros	10
Edificios con nivel de iluminación superior a 600 lux	25

Por lo tanto comenzaremos comprobando que la potencia instalada es inferior a la potencia límite sin más que dividir la potencia instalada entre la superficie del local. A continuación se obtiene la iluminancia media de acuerdo a la fórmula indicada. Introducimos este valor en la fórmula del cálculo de la eficiencia energética de la instalación y comprobamos que es menor que el valor requerido para la actividad.

2. Comprobación del sistema de control

El sistema de control debe ser tal que optimice el aprovechamiento de la luz natural para ello, las instalaciones de iluminación dispondrán, para cada zona, de un sistema de regulación y control con las siguientes condiciones:

- Toda zona dispondrá al menos de un sistema de encendido y apagado manual, cuando no disponga de otro sistema de control, no aceptándose los sistemas de encendido y apagado en cuadros eléctricos como único sistema de control. Las zonas de uso esporádico dispondrán de un control de encendido y apagado por sistema de detección de presencia o sistema de temporización;
- Se instalarán sistemas de aprovechamiento de la luz natural, que regulen el nivel de iluminación en función del aporte de luz natural, en todas las habitaciones de menos de 6 m. de profundidad y en las luminarias a menos de 5 metros de la ventana, y en todas las situadas bajo un lucernario, en los siguientes casos;



1. En las zonas con acristalamientos al exterior

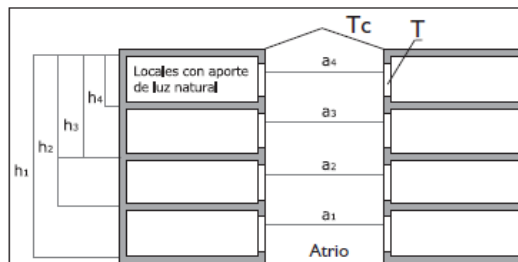
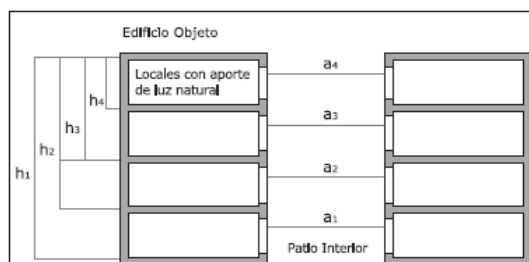
- Que el ángulo θ sea superior a 65° ($\theta > 65^\circ$), siendo θ el ángulo desde el punto medio del acristalamiento hasta la cota máxima del edificio obstáculo, medido en grados sexagesimales;
- Que se cumpla la expresión: $T(A_w/A) > 0,11$; siendo:

T = coeficiente de transmisión luminosa del vidrio
 A_w = área de acristalamiento de la ventana de la zona
 A = área total de las fachadas de la zona

2. En las zonas que cuentan con acristalamientos a patios o atrios cuando éstas cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:

- En el caso de patios no cubiertos cuando estos tengan una anchura (a_i) superior a 2 veces la distancia (h_i), siendo h_i la distancia entre el suelo de la planta donde se encuentre la zona en estudio, y la cubierta del edificio; y la cubierta del edificio;

- En el caso de patios cubiertos por acristalamientos cuando su anchura (a_1) sea superior a $2/T_c$ veces la distancia (h_1), siendo h_1 la distancia entre la planta donde se encuentre el local en estudio y la cubierta del edificio, y siendo T_c el coeficiente de transmisión luminosa del vidrio de cerramiento del patio, expresado en tanto por uno.



- Que se cumpla la expresión $T(Aw/A) > 0,11$.

Quedan excluidas de cumplir las exigencias de los puntos 1 y 2 anteriores, las zonas comunes en edificios residenciales, habitaciones de hospital, habitaciones de hoteles, hostales, etc., tiendas y pequeño comercio.

2.1.3. ALUMBRADO DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACIÓN

Es el destinado a asegurar la iluminación necesaria en caso de fallo del alumbrado normal. Deben contar con alumbrado de emergencia:

- Todos los lugares de trabajo
- Todo recinto cuya ocupación sea mayor de 100 personas
- Todo recinto de evacuación, de acuerdo al Anejo a del DB-SI
- Los aparcamientos cerrados o cubiertos cuya superficie construida exceda de 100 m², incluidos los pasillos y las escaleras que conduzcan hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio;
- Los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección contra incendios y los de riesgo especial indicados en DB-SI
- Los aseos generales de planta en edificios de uso público
- Los lugares en los que se ubican cuadros de distribución o de accionamiento de la instalación de alumbrado de las zonas antes citadas
- Las señales de seguridad

Posición y características de las luminarias

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

- se situarán al menos a 2 m por encima del nivel del suelo;
- se dispondrá una en cada puerta de salida y en posiciones en las que sea necesario destacar un peligro potencial o el emplazamiento de un equipo de seguridad. Como mínimo se dispondrán en los siguientes puntos:
 - en las puertas existentes en los recorridos de evacuación;
 - en las escaleras, de modo que cada tramo de escaleras reciba iluminación directa;
 - en cualquier otro cambio de nivel;
 - en los cambios de dirección y en las intersecciones de pasillos.

Características de la instalación

1. La instalación será fija, estará provista de fuente propia de energía y debe entrar automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo de alimentación en la instalación de alumbrado normal en las zonas cubiertas por el alumbrado de emergencia. Se considera como fallo de alimentación el descenso de la tensión de alimentación por debajo del 70% de su valor nominal.

2. El alumbrado de emergencia de las vías de evacuación debe alcanzar al menos el 50% del nivel de iluminación requerido al cabo de los 5 segundos y el 100% a los 60 segundos.

3. La instalación cumplirá las condiciones de servicio que se indican a continuación durante una hora, como mínimo, a partir del instante en que tenga lugar el fallo:

- a) en las vías de evacuación cuya anchura no exceda de 2 m, la iluminancia horizontal en el suelo debe ser, como mínimo, 1 lux a lo largo del eje central y 0,5 lux en la banda central que comprende al menos la mitad de la anchura de la vía. Las vías de evacuación con anchura superior a 2 m pueden ser tratadas como varias bandas de 2 m de anchura, como máximo;
- b) en los puntos en los que estén situados los equipos de seguridad, las instalaciones de protección contra incendios de utilización manual y los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia horizontal será de 5 lux, como mínimo;
- c) a lo largo de la línea central de una vía de evacuación, la relación entre la iluminancia máxima y la mínima no debe ser mayor que 40:1;
- d) los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión sobre paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que englobe la reducción del rendimiento luminoso debido a la suciedad de las luminarias y al envejecimiento de las lámparas;
- e) con el fin de identificar los colores de seguridad de las señales, el valor mínimo del índice de rendimiento cromático Ra de las lámparas será 40.

Iluminación de las señales de seguridad

La iluminación de las señales de evacuación indicativas de las salidas y de las señales indicativas de los medios manuales de protección contra incendios y de los de primeros auxilios, deben cumplir los siguientes requisitos:

- a) la luminancia de cualquier área de color de seguridad de la señal debe ser al menos de 2 cd/m² en todas las direcciones de visión importantes;
- b) la relación de la luminancia máxima a la mínima dentro del color blanco o de seguridad no debe ser mayor de 10:1, debiéndose evitar variaciones importantes entre puntos adyacentes;
- c) la relación entre la luminancia blanca, y la luminancia color >10, no será menor que 5:1 ni mayor que 15:1.
- d) las señales de seguridad deben estar iluminadas al menos al 50% de la iluminancia requerida, al cabo de 5 s, y al 100% al cabo de 60 s.

5.5 INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

De las tres zonas a reformar dentro del centro educativo únicamente en una modificamos la calefacción existente. Se trata del antiguo Gimnasio. En dicho espacio existen en la actualidad una serie de Aerotermos, conectados a la instalación general del centro. Tras Consulta al INGENIERO especialista y VISITA con el al CENTRO. Nos confirma que podemos Retirar dichos aerotermos y conectar a la instalación existente de los mismos, RADIADORES DE CHAPA de las mismas características de los que disponen en el resto de aulas del centro. Ya que los aerotermos tienen una potencia superior a la calefacción que se pretende instalar.

Al bajar el techo del antiguo Gimnasio, también nos recomienda bajar la tubería de calefacción a cota inferior al nuevo falso techo, para que no fuera necesario aislar las Tuberías existentes de calefacción.

Que además es la forma en que discurren a lo largo del centro, discurren vistas.

EL ARQUITECTO
Fdo. CARLOS ROMERO AMENEDO
Col 3864 –COAG

A CORUÑA, JUNIO, 2016