



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

# *Estudio técnico económico de las instalaciones necesarias para una escuela infantil rural sostenible*

---

**MEMORIA PRESENTADA POR:**  
*Jorge Albert Belenguer*

GRADO DE *Ingeniería Eléctrica*

**Convocatoria de defensa:** *Julio 2017*



# 1. Índice.

<b>2. Memoria</b> .....	<b>8</b>
2.1 TÍTULO Y EXPLICACIÓN.....	9
2.2 OBJETIVO DEL PROYECTO.....	9
2.3 ALCANCE.....	9
2.4 PETICIONARIO.....	10
2.5 EMPLAZAMIENTO.....	10
2.6 ACTIVIDAD.....	10
2.6.1 Descripción.....	10
2.6.2 Medios humanos.....	12
2.7 RECINTO.....	12
2.7.1 Superficie útil del centro.....	13
2.8 CAPÍTULOS DEL TRABAJO.....	14
2.9 NORMAS Y REFERENCIAS.....	14
2.10 BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA.....	16
2.11 RECURSOS INFORMÁTICOS.....	17
<b>3. Iluminación</b> .....	<b>18</b>
3.1 OBJETO DEL ANEXO.....	19
3.2 CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA.....	19
3.3 ILUMINACIÓN.....	22
3.3.1 Aseo 1.....	22
3.3.2 Aseo 2.....	24
3.3.3 Aula 1.....	26
3.3.4 Aula 2,3 y 4.....	28
3.3.5 Despachos.....	30
3.3.6 Aseo 3.....	32
3.3.7 Almacén 1.....	34
3.3.8 Almacén 2.....	36
3.3.9 Cocina.....	38
3.3.10 Aseo 4.....	40
3.3.11 Aseo 5 y 7.....	42
3.3.12 Aseo 6.....	44
3.3.13 Comedor.....	46
3.3.14 Aula PC.....	48
3.3.15 Pasillo.....	50
3.3 SISTEMAS DE CONTROL Y REGULACIÓN.....	52
<b>4. Alumbrado de emergencia</b> .....	<b>53</b>
4.1 OBJETO DEL ANEXO.....	54
4.2 TERMINOLOGÍA.....	54
4.2.1 Alumbrado de seguridad.....	54
4.2.2 Alumbrado de evacuación.....	54



4.2.3 Alumbrado ambiente o anti-pánico.....	55
4.2.4 Lugares de instalación de alumbrado de emergencia.....	55
4.3 MÉTODO DE CÁLCULO DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	56
4.4 TABLA DE RESULTADOS.....	56
4.5 LUMINARIAS Y LÁMPARAS UTILIZADAS.....	57
4.6 ANÁLISIS INDIVIDUAL DE LOCALES.....	58
4.6.1 Aseo 1.....	58
4.6.2 Aseo 2.....	59
4.6.3 Aula 1.....	60
4.6.4 Clase 2 3 y 4.....	61
4.6.5 Aseo 3.....	62
4.6.6 Almacén 1.....	63
4.6.7 Almacén 2.....	64
4.6.8 Despachos.....	65
4.6.9 Cocina.....	66
4.6.10 Aseo 4.....	67
4.6.11 Aseo 5.....	68
4.6.12 Aseo 6.....	69
4.6.13 Aseo 7.....	70
4.6.14 Comedor.....	71
4.6.15 Aula Pc.....	72
4.6.16 Pasillos.....	73
5. Instalaciones eléctricas.....	74
5.1 OBJETO DEL ANEXO.....	75
5.2. CONSIDERACIONES GENERALES.....	75
5.3 CLASIFICACIÓN DEL LOCAL.....	75
5.4 POTENCIAS GENERALES.....	76
5.5 POTENCIAS INDIVIDUALES.....	76
5.5.1 Tomas de corriente.....	76
5.5.2 Alumbrado.....	79
5.5.3 Bomba de agua.....	81
5.6 CALCULO DE SECCIONES.....	82
5.6.1 Calculo de secciones por calentamiento.....	83
5.6.2 Calculo de secciones por caída de tensión.....	83
5.7 CALCULO DE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.....	84
5.8 CALCULO DE MAGNETOTÉRMICOS.....	88
5.9 CALCULO DE DIFERENCIALES.....	88
6. Instalaciones generadoras.....	89
6.1 OBJETO DEL ANEXO.....	90
6.2. ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA.....	90
6.3 PARTES DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO.....	92
6.3.1 Captadores solares.....	92
6.3.2 Regulador.....	94
6.3.3 Baterías.....	95



6.3.4 Inversor /Cargador .....	96
6.3 DATOS SOBRE RADIACIÓN SOLAR .....	97
6.4.1 Cálculo de pérdidas por orientación e inclinación y sobras .....	97
6.4.2 Estructura de soportes de sistema de captación .....	98
6.5 DIMENSIONADO DEL CAMPO FOTOVOLTAICO .....	99
6.5.1 Distancia de separación entre los paneles .....	100
6.6 SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN DE LOS PANELES. ....	101
6.6.1 Regulador. ....	101
6.6.2 Inversor.....	102
6.6.3 Selección de baterías. ....	108
6.6.4 Arrancador .....	109
6.7 GRUPO ELECTRÓGENO COMO SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE EMERGENCIA. ....	110
7. Agua caliente sanitaria.....	111
7.1 TERMOSOLAR .....	112
7.2 ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE ACS. ....	112
7.3 CÁLCULOS.....	114
7.4 CAPTADOR SOLAR .....	117
7.5 SELECCIÓN DEL ACUMULADOR.....	118
7.6 CAUDAL DE LA BOMBA. ....	119
7.7 DIÁMETRO DE LAS TUBERÍAS. ....	119
7.8 PERDIDA DE PRESIÓN EN EL CIRCUITO PRIMARIO. ....	119
7.8.1 Tuberías.....	120
7.8.2 Accesorios.....	121
7.8.3 Pérdidas de cargas totales.....	121
7.9 BOMBA DEL CIRCUITO PRIMARIO. ....	122
7.9.1 Motor/componentes electrónicos .....	123
8. Seguridad contra incendios.....	124
8.1 OBJETO DEL ANEXO .....	125
8.2 ÁMBITO DE APLICACIÓN .....	125
8.2.1 SI 1: Propagación interior .....	126
8.2.2 SI-2: Propagación exterior.....	130
8.2.3 SI-3: EVACUACIÓN DE OCUPANTES .....	131
8.2.4 SI-4: INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	137
8.2.5 SI-5: INTERVENCIÓN DE BOMBEROS .....	139
8.2.6 SI-6: RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA .....	141
9. Estudio base de seguridad y salud.....	146
9.1 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD .....	147
9.2 OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD .....	147
9.3 NORMATIVA DE APLICACIÓN .....	148
9.4 DATOS DE LA OBRA.....	150
9.4.1 Situación de la obra .....	150
9.4.2 Procedimientos constructivos, equipos y medios técnicos.....	150



9.5 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS.....	151
9.5.1 Riesgos profesionales .....	151
9.5.2 Medidas preventivas .....	152
9.5.3 Máquinas e instalaciones .....	155
9.5.4 Riesgos de daños a terceros .....	157
9.6 PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES .....	157
9.6.1 Protecciones colectivas.....	157
9.6.2 Protecciones individuales.....	158
9.6.3 Formación.....	159
9.6.4 Medidas preventivas y principios generales aplicables durante la ejecución de las obras .....	159
9.6.5 Medicina preventiva y primeros auxilios .....	160
9.6.6 Evaluación de riesgos .....	161
9.6.7 Descripción de riesgos de carácter general .....	161
10. Pliego de condiciones .....	169
10.1. DISPOSICIONES DE CARÁCTER GENERAL. ....	170
10.1.1 Objeto del Pliego de Condiciones. ....	170
10.1.2 Contrato de obra. ....	170
10.1.3 Documentación del contrato de obra.....	170
10.1.4 Formalización del Contrato de Obra.....	170
10.1.5 Jurisdicción competente. ....	171
10.1.6 Responsabilidad del Contratista.....	171
10.1.7 Accidentes de trabajo.....	171
10.1.8 Daños y perjuicios a terceros.....	172
10.1.9 Copia de documentos .....	172
10.1.10 Suministro de materiales.....	172
10.1.11 Causas de rescisión del contrato de obra .....	172
10.1.12 Omisiones: Buena fe.....	173
10.2 DISPOSICIONES RELATIVAS A TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARIOS .....	174
10.2.1 Accesos y vallados. ....	174
10.2.2 Replanteo. ....	174
10.2.3 Inicio de la obra y ritmo de ejecución de los trabajos. ....	174
10.2.4 Orden de los trabajos. ....	174
10.2.5 Facilidades para otros contratistas. ....	175
10.2.6 Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor.....	175
10.2.7 Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones del proyecto. ....	175
10.2.8 Prorroga por causa de fuerza mayor.....	176
10.2.9 Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra. ....	176
10.2.10 Trabajos defectuosos.....	176
10.2.11 Vicios ocultos.....	177
10.2.12 Procedencia de materiales, aparatos y equipos.....	177
10.2.13 Materiales, aparatos y equipos defectuosos.....	177
10.2.14 Limpieza de las obras. ....	178
10.2.15 Obras sin prescripciones explícitas .....	178
10.3 DISPOSICIONES DE LAS RECEPCIONES DE EDIFICIOS Y OBRAS ANEJAS. ....	178



10.3.1 Consideraciones de carácter general.....	178
10.3.2 Recepción provisional.....	179
10.3.3 Documentación final de la obra.....	180
10.3.4 Medición definitiva y liquidación provisional de la obra.....	180
10.3.5 Plazo de garantía.....	180
10.3.6 Conservación de las obras recibidas provisionalmente.....	181
10.3.7 Recepción definitiva.....	181
10.3.8 Prórroga del plazo de garantía.....	181
10.3.9 Recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida.....	181
10.4 DISPOSICIONES FACULTATIVAS.....	182
10.4.1 Definición y atribuciones de los agentes de la edificación.....	182
10.4.2 Agentes que intervienen en la obra según Ley 38/99 (L.O.E.).....	184
10.4.3 Agentes en materia de seguridad y salud según R.D. 1627/97.....	184
10.4.4 La Dirección Facultativa.....	184
10.4.5 Visitas facultativas.....	184
10.4.6 Obligaciones de los agentes intervinientes.....	185
10.4.7 Documentación final de obra: Libro del Edificio.....	195
10.5 DISPOSICIONES ECONÓMICAS.....	195
10.5.1 Definición.....	195
10.5.2 Contrato de obra.....	195
10.5.3 Criterio General.....	196
10.5.4 Fianzas.....	196
10.5.5 Devolución de las fianzas.....	197
10.5.6 Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales.....	197
10.5.7 De los precios.....	197
10.5.9 Precio unitario.....	197
10.5.10 Presupuesto de Ejecución Material (PEM).....	199
10.5.11 Precios contradictorios.....	199
10.5.12 Reclamación de aumento de precios.....	200
10.5.13 Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios.....	200
10.5.14 De la revisión de los precios contratados.....	200
10.5.15 Acopio de materiales.....	200
10.5.16 Obras por administración.....	201
10.5.17 Valoración y abono de los trabajos.....	201
10.5.18 Indemnizaciones Mutuas.....	205
10.5.19 Varios.....	205
10.5.20 Retenciones en concepto de garantía.....	206
10.5.21 Plazos de ejecución: Planning de obra.....	207
10.5.22 Liquidación económica de las obras.....	207
10.5.23 Liquidación final de la obra.....	207
10.6. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES.....	208
10.6.1 Prescripciones sobre los materiales.....	208
10.6.2 Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra.....	212
10.6.3 Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado.....	217
10.7 PLIEGO DE CONDICIONES.....	217
10.8 CALIDAD DE LOS MATERIALES.....	218
10.8.1 Generalidades.....	218



10.8.2 Conductores eléctricos .....	218
10.8.3 Conductores de neutro .....	219
10.8.4 Conductores de protección .....	219
10.8.5 Identificación de los conductores .....	220
10.8.6 Tubos protectores.....	220
10.9 NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES .....	221
10.9.1 Sistemas de canalización.....	221
10.9.2 Cajas de empalme y derivación.....	223
10.9.3 Aparatos de mando y maniobra.....	224
10.9.4 Aparatos de protección.....	224
10.9.5 Instalaciones en cuartos de baño o aseo.....	229
10.9.6 Red equipotencial.....	230
10.9.7 Alumbrado.....	232
10.10 PRUEBAS REGLAMENTARIAS.....	233
10.10.1 Comprobación de la puesta a tierra.....	233
10.10.2 Resistencia de aislamiento.....	233
10.12 CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.....	234
10.13 LIBRO DE ÓRDENES.....	234
11. Presupuestos .....	235
11.1 TABLA DE REFERENCIA .....	236
11.2 PRESUPUESTO ACS.....	237
11.2.1 Captador.....	237
11.2.2 Acumulador .....	237
11.2.3 Bomba .....	237
11.2.4 Total ACS .....	238
11.3 PRESUPUESTO INSTALACIONES GENERADORAS .....	238
11.3.1 Placas .....	238
11.3.2 Regulador.....	239
11.3.3 Baterías .....	240
11.3.4 Inversor.....	240
11.3.5 Total instalaciones generadoras .....	240
11.4 PRESUPUESTO INSTALACIONES ELECTRICAS.....	241
11.4.1 Luminarias.....	241
11.4.2 Emergencias.....	241
11.4.3 Conductores.....	241
11.4.4 CGP.....	242
11.4.5 Total instalaciones electricas.....	242
11.5 PRESUPUESTO INSTALACIONES DE SEGURIDAD .....	243
11.5.1 Presupuesto Total.....	243
12. Planos.....	244

## **Agradecimientos**

*Para empezar quiero dar las gracias a mis padres Jose Francisco y Ana Maria a mis amigos y en especial a mi pareja Anna por que sin su ayuda este proyecto no se abria hecho realidad.*

*Dar las gracias también a los profesores de la E.P.S.A que gracias a los conocimientos transmitidos en este grado he podido realizar este Trabajo Fin de Grado.*

*Como no, a mis compañeros de clase, que aunque eran compañeros ahora son amigos con los que sin sus apoyos en las clases no hubiera acabado el Grado ni en consecuencia este Trabajo.*



## 2. Memoria



## 2.1 Título y explicación.

*Estudio técnico y económico de las instalaciones necesarias para una escuela rural sostenible.* El proyecto que presento a continuación posee el estudio para crear una escuela rural (escuela que tiene como soporte el espacio i la cultura rural, normalmente ubicada en un espacio natural en poblaciones pequeñas) sostenible por placas solares fotovoltaicas. Esta escuela esta pensada para niños y niñas de 3-6 años.

## 2.2 Objetivo del proyecto.

El trabajo tiene como objetivo estudiar las posibilidades de crear una escuela sostenible en un medio rural, sustentada por placas solares fotovoltaicas.

Esta obra pretende contribuir a la sostenibilidad medioambiental, así como en observar el coste que tiene una escuela de estas características.

## 2.3 Alcance

Este documento contiene los siguientes apartados:

- Realización de los planos necesarios
- Estudio de la iluminación pertinente de un centro escolar
- Normativa de la iluminación de los centros de enseñanza
- Estudio de los elementos que conforman la energía suministrada.
- Cálculos pertinentes de las áreas
- Estudio de la “ACS”
- Normativa de la “ACS”
- Estudio del alumbrado de emergencia
- Normativa de locales de pública concurrencia
- Estudio de los presupuestos materiales y montaje.
- Estudio de seguridad y salud



## 2.4 Peticionario

Este proyecto está destinado a la Universidad politécnica de Valencia, campus de Alcoy. Ubicado en el municipio de Alcoy, Alicante 03801, concretamente en el Plaza Ferrandiz y Carbonell.

Este proyecto se presenta como Trabajo de Fin de Grado, específicamente, en ingeniería eléctrica para el alumno.

## 2.5 Emplazamiento

El centro escolar, objeto de este proyecto, está ubicado en la provincia de Alicante, en una zona boscosa ubicada entre la población de Benimantell y Beniardà.

Específicamente podemos encontrar esta zona boscosa en las coordenadas  $38^{\circ}40'49.4''N$   $0^{\circ}12'54.2''W$ . El espacio concreto que he decidido ubicar la escuela es un claro donde la radiación solar es elevada, y posee el ambiente natural que la escuela rige.

## 2.6 Actividad

El centro mencionado cubre todas las necesidades de los niños y niñas en una sola planta. Ateniéndose a todas ellas tanto a nivel urbanístico y estructural, como con los medios humanos necesarios:

### 2.6.1 Descripción

La estructura del centro es en planta baja, para mayor comodidad para los niños y niñas más pequeños, y posee los siguientes sectores:

- **Clases:** El centro está compuesto por cuatro aulas, todas ellas habilitadas con mesas y materiales específicos del ámbito de la enseñanza. Además, una de ellas contiene material tecnológico (pizarra digital y ordenador). Las aulas tienen una medida específica habilitadas con ventanas por las que entra iluminación natural.



- **Aseos:** El centro está habilitado con siete aseos. La distribución de estos esta pensada ateniéndonos a los movimientos que harán los niños dentro de esta. Encontramos dos baños dentro de una aula, dos baños ateniéndose a la diversidad motriz (minusvalía), y tres baños ubicados en las diferentes zonas del centro.
- **Almacén:** El centro consta de dos almacenes donde guardar todo el material sobrante, así como el material de limpieza pertinente.
- **Pasillo:** El pasillo está partido en dos partes, las cuales atraviesan la escuela de punta a punta. Este conecta las diferentes aulas con los aseos terminando en medio de la escuela con la sala polivalente.
- **Sala polivalente:** Esta sala está pensada para los días de frío poder hacer actividades en ella. Es un espacio que puede abarcar gran cantidad de niños y niñas, y por lo tanto posibilita hacer actividades en el.
- **Despacho:** En el centro de esta sala polivalente está ubicado el despacho de dirección y la sala de profesores. Esta, está habilitada con todo el material necesario que los profesores rigen en esta zona.
- **Cocina:** El centro escolar consta de una cocina propia, y la cual está equipada con los electrodomésticos necesarios para dar de comer a todos los integrantes del centro escolar. Esta, está capacitada con
- **Comedor:** El centro tiene habilitado un comedor para los niños y niñas que sus padres no pueden recoger-los al mediodía. Este contiene mesas a la altura de los niños de 3 a 6 años.
- **Ordenadores:** El centro tiene habilitada una sala con ordenadores para buscar información i impartir clases de mecanografía.



- **Patio exterior:** Todas las aulas dan al patio exterior, el cual es un bosque delimitado. Los niños y niñas pueden jugar con lo que la naturaleza proporciona.

### 2.6.2 Medios humanos

El centro escolar está capacitado para abarcar un total de 60 niños y niñas (15 por clase), con los respectivos medios humanos que este habilita.

- **Docentes:** El centro dispone de 4 docentes, uno por clase, los cuales están graduados con el título universitario de Grado en educación infantil.
- **Psicólogos/as:** La escuela proporciona un servicio de atención psicológica, la cual no tiene un espacio físico en el centro, pero lo visita 2 veces la semana para brindar la ayuda que se requiera.
- **Director/a:** El centro posee una directora ateniéndose al Decreto 374/1996 del 17 de Octubre, Artículo 14, y la cual asume las funciones de jefe de estudios y secretario. Aunque ella disponga de todos los cargos se consensúan todas las decisiones con el claustro docente.
- **Señores/as de la limpieza:** Al terminar el horario lectivo, y al ser un centro de educación infantil, es importante tener en cuenta la higiene. Por esta razón cada día a las 18:30 hay un servicio de limpieza.
- **Cocinero/a:** Persona con título de manipulación de alimentos y con grado en hostelería. Esta persona es la encargada de hacer la comida para aquellos alumnos que se quedan al comedor.

### 2.7 Recinto

La construcción está situada en las parcelas cuyas referencias catastrales son 38°40'49.4"N 0°12'54.2"W que constituyen una superficie total de unos 650 m<sup>2</sup> y posee un único acceso.



### 2.7.1 Superficie útil del centro.

El edificio en el que se proyectan las instalaciones para la escuela rural infantil, tiene una superficie total construida de unos 722,62 m<sup>2</sup> distribuidos en una única planta.

<b>ESTANCIA</b>	<b>AREA UTIL (m<sup>2</sup>)</b>
Aseo 1	5.07
Aseo 2	4.56
Clase 1	55.35
Clase 2	50.2
Clase 3	50.2
Aseo 3	8.5
Almacen 1	4.97
Almacen 2	8.47
Pasillo	169.98
Despachos	29.24
Cocina	16.98
Aseo 4	8.26
Clase 4	50.2
Aseo 5	7.7
Aseo 6	5
Aseo 7	7.7
Comedor	24.82
Sala PC	24.82



## 2.8 Capítulos del trabajo

El trabajo está compuesto por 11 temas:

- Memoria
- Iluminación
- Alumbrado de emergencia
- Instalaciones eléctricas
- Instalaciones generadoras
- Agua caliente sanitaria
- Seguridad contra incendios
- Estudio base de seguridad y salud
- Pliego de condiciones
- Presupuestos
- Planos

## 2.9 Normas y referencias

En la redacción de este trabajo se han tenido en cuenta todas y cada una de las especificaciones contenidas en las Reglamentaciones y Normas que se relacionan a continuación. En el caso de no figurar en la relación siguiente, se han tenido cuenta para el trabajo y se tendrán en cuenta para la ejecución de aquellas partes que le afecten.

- Real Decreto 132/2010 de Requisitos Mínimos de 2º Ciclo de Educación Infantil
- Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación y posteriores modificaciones.
- Real Decreto 842/2002 por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias. En especial se ha tenido en cuenta la instrucción ITC-BT-28, que hace mención a las “instalaciones en locales de Pública concurrencia”.



- Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace en el Suministro de Energía Eléctrica en Baja Tensión. (Resolución 30 de Julio de 1987, de la Consellería de Industria y Comercio).
- Ley y Reglamento de prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 39/1997 por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 485/1997 sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1.215/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, publicado en el BOE nº256, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 614/2001 de 8 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 171/2004 sobre coordinación de actividades empresariales en materia de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 2.177/2004 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- Normas UNE:
  - UNE 20-434-90: Sistema de designación de cables.
  - UNE-EN 20450-5-523. (Intensidad máxima admisible según la ITC-BT-19, apartado 2.2.3., p.3).
  - UNE 20-460-90 parte 4-43: Instalaciones eléctricas en edificios. Protección contra las sobre intensidades.
  - UNE 20-460-90 parte 5-54: Instalaciones eléctricas en edificios. Puesta tierra y conductores de protección.



- EN-IEC 60 947-2:1996 (UNE – NP): Aparamenta de baja tensión. Interruptores automáticos.
- EN-IEC 60 947-2:1996 (UNE – NP) anexo B: Interruptores automáticos con protección incorporada por intensidad diferencial residual.
- EN-IEC 60 947-3:1999: Aparamenta de baja tensión. Interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores y combinados fusibles.
- EN 60 898 (UNE – NP): Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobrecargas.

## 2.10 Bibliografía específica

- GARCÍA TRASANCOS, J. Instalaciones eléctricas en media y baja tensión. Madrid: Ed. Paraninfo, 2006. Este libro se ha empleado sobre todo para obtener formulas y métodos de cálculo.
- PEREDA SUQUET, P. Proyecto y cálculo de Instalaciones Solares Térmicas. Ed. Ediciones de Arquitectura, 2006. Este libro se ha empleado para el cálculo y anexo de Solar Térmica.
- R. E. B. T. Guía técnica de aplicación del REBT. Ed. Paraninfo. 2012.
- Catálogo de luminarias perteneciente a Dialux.
- Código Técnico de la Edificación, DB SI sobre Seguridad en caso de incendio.
- Código Técnico de la Edificación, DB HE sobre Ahorro de energía.
- Código Técnico de la Edificación, DB SU sobre Seguridad de utilización.
- Pliego de condiciones técnicas de instalaciones de baja temperatura EEPET/REV/ enero 2009
- Pliego de condiciones técnicas de instalaciones aisladas de red EPCT/A/REV/ febrero 2009



## **2.11 Recursos informàtics**

En la redacció de este trabajo se han utilizado las herramientas informàticas y programas de càlculo que se indican a continuaci3n:

- Microsoft Word
- Microsoft Excel
- MICROSOFT POWERPOINT
- Adobe PDF
- Dialux 4.1
- Emerlight
- AUTOCAD 2016
- Calculation solar



# 3. ILUMINACIÓN

### 3.1 Objeto del anexo

El objeto de este anexo es el cálculo de los niveles de iluminación en las diferentes áreas del colegio, conforme la legislación que sea la aplicación. También se indicara las características de las luminarias, así como su número y disposición en cada área para alcanzar los niveles de iluminación óptimos para cada actividad y disponer de luminarias lo más eficientes posibles.

### 3.2 Consideraciones a tener en cuenta

Todos los cálculos cumplirán con lo dispuesto en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (RBT) para los locales donde se vaya a realizar la instalación.

El Código Técnico de la Edificación, en el Documento Básico HE, Sección HE3, establece que los edificios dispondrán de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus usuarios, y a la vez eficaces energéticamente disponiendo de un sistema de control que permita ajustar el encendido a la ocupación real de la zona, así como de un sistema de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural en las zonas que reúnan unas determinadas condiciones.

Los requisitos que se han de cumplir son los siguientes:

- La eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona, se determinará mediante el valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m<sup>2</sup>) por cada 100 lux mediante la siguiente expresión:

$$VEEI = \frac{P \cdot 100}{S \cdot E_M}$$

Siendo:

P: la potencia de la lámpara más el equipo auxiliar [W]

S: la superficie iluminada [m<sup>2</sup>]

Em: la iluminancia media horizontal mantenida [lux]

- Los valores de eficiencia energética límite en recintos interiores de un edificio se establecen en la figura 1. Estos valores incluyen la iluminación general y la iluminación de acento, pero no las instalaciones de iluminación de escaparates y zonas expositivas.

<b>Zonas de actividad diferenciada</b>	<b>VEEI límite</b>
administrativo en general	3,0
andenes de estaciones de transporte	3,0
pabellones de exposición o ferias	3,0
salas de diagnóstico <sup>(1)</sup>	3,5
aulas y laboratorios <sup>(2)</sup>	3,5
habitaciones de hospital <sup>(3)</sup>	4,0
recintos interiores no descritos en este listado	4,0
zonas comunes <sup>(4)</sup>	4,0
almacenes, archivos, <i>salas técnicas</i> y cocinas	4,0
aparcamientos	4,0
espacios deportivos <sup>(5)</sup>	4,0
estaciones de transporte <sup>(6)</sup>	5,0
supermercados, hipermercados y grandes almacenes	5,0
bibliotecas, museos y galerías de arte	5,0
zonas comunes en edificios no residenciales	6,0
centros comerciales (excluidas tiendas) <sup>(7)</sup>	6,0
hostelería y restauración <sup>(8)</sup>	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 <sup>(9)</sup>	8,0
tiendas y pequeño comercio	8,0
habitaciones de hoteles, hostales, etc.	10,0
locales con nivel de iluminación superior a 600lux	2,5

(Fig. 1. Valores límite de eficiencia energética de la instalación)

- La potencia instalada en iluminación, teniendo en cuenta la potencia de lámparas y equipos auxiliares, no superará los valores especificados en la figura 2.

Uso del edificio	Potencia máxima instalada [W/m <sup>2</sup> ]
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 600lux	25

(Fig. 2. Potencia instalada en iluminación.)

- Los parámetros de iluminación recomendados para las distintas dependencias de un centro docente son:

Tipo de dependencia o actividad	Iluminación media (lux)	Grupo de rendimiento del color (Ra)
-Aulas de enseñanza(General)	300	70-80
-Aulas de informática	500	70-80
-Vestíbulos/pasillos	150	80-90
-Comedor	200	70-80
-Sala de profesores	300	70-80
-Cocina	300	80-90
-Servicios	150	80-90
-Almacén	100	80-90

(Fig. 3. Dependencia de centro docente.)

- El Ra, o índice de reproducción cromática indica las propiedades de rendimiento en color de una fuente luminosa, teniendo en cuenta que depende de la lámpara y no de la luminaria.

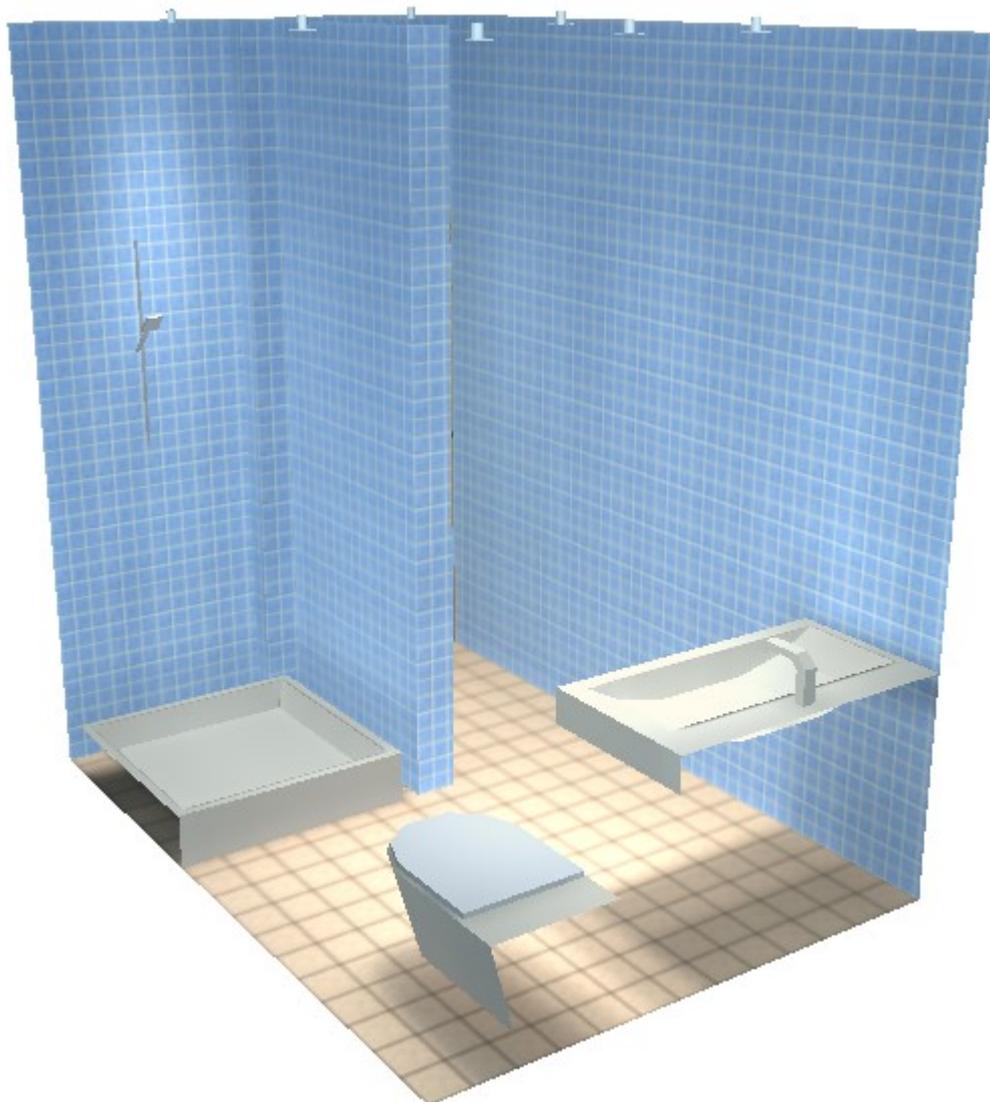
Ra < 60	POBRE
60 < Ra < 80	BUENO
80 < Ra < 90	MUY BUENO
Ra > 90	EXCELENTE

(Fig. 4. Ra.)

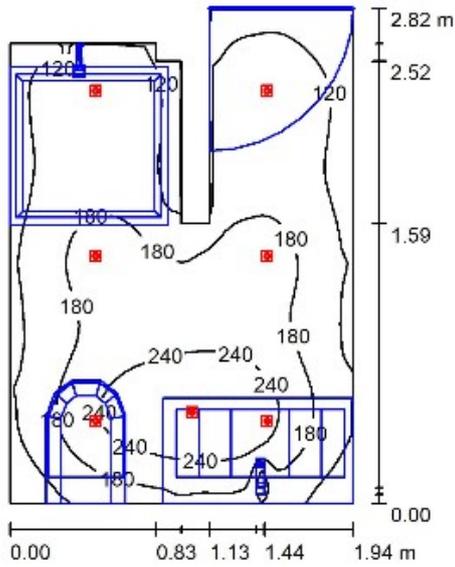
### 3.3 Iluminación

#### 3.3.1 Aseo 1

Aseo 1					
Luminaria	Nº	Potencia Unitaria (W)	Em(lux)	Ra	VEEI
PROLED L710028WU Downlight Mini Swivel Square - NW (1.000)	7	2.5	169	>80	2.04



(Fig. 5. Vista de aseo 1. en 3D)



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.839 m, Factor mantenimiento: 0.80

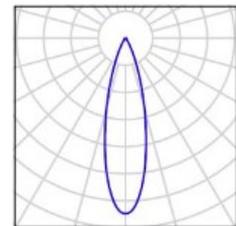
Valores en Lux, Escala 1:37

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	169	37	298	0.218
Suelo	63	99	1.09	215	0.011
Techo	70	40	25	49	0.639
Paredes (10)	61	52	7.58	117	/

(Fig. 6. Mapa de isocandelas: Aseo 1)

7 Pieza

PROLED L710028WU Downlight Mini Swivel Square - NW  
 N° de artículo: L710028WU  
 Flujo luminoso (Luminaria): 180 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 180 lm  
 Potencia de las luminarias: 2.5 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 95 98 100 100 100  
 Lámpara: 1 x LED 4000K - CRI 80 (Factor de corrección 1.000).



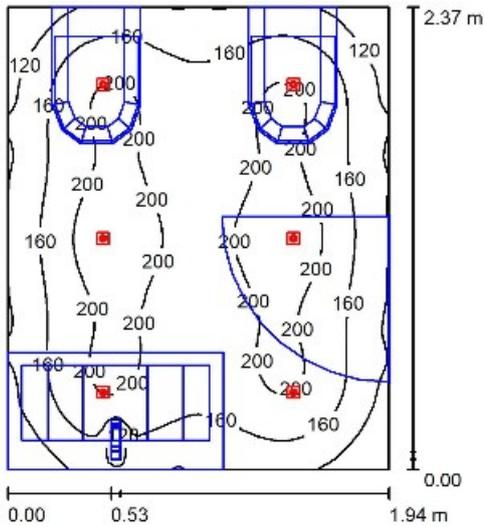
(Fig. 7. Lámpara seleccionada: Aseo 1)

### 3.3.2 Aseo 2

Aseo 2					
Luminaria	Nº	Potencia Unitaria (W)	Em(lux)	Ra	VEEI
PROLED L710028WU Downlight Mini Swivel Square - NW (1.000)	6	2.5	170	>80	1.91



(Fig. 8. Vista de aseo 2. en 3D)



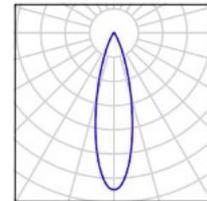
Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.813 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:31

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	170	42	221	0.245
Suelo	63	120	25	185	0.208
Techo	73	42	34	48	0.802
Paredes (4)	61	56	8.90	95	/

(Fig. 9. Mapa de isocandelas: Aseo 2)

6 Pieza PROLED L710028WU Downlight Mini Swivel Square - NW  
 N° de artículo: L710028WU  
 Flujo luminoso (Luminaria): 180 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 180 lm  
 Potencia de las luminarias: 2.5 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 95 98 100 100 100  
 Lámpara: 1 x LED 4000K - CRI 80 (Factor de corrección 1.000).



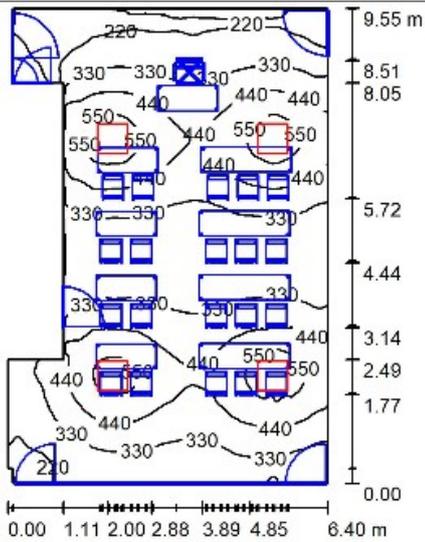
(Fig. 10 Lámpara seleccionada: Aseo 2)

### 3.3.3 Aula 1

Aula 1					
Luminaria	Nº	Potencia Unitaria (W)	Em(lux)	Ra	VEEI
PROLED L8000428PD LED Panel 600-4 Premium - NW (1.000)	4	43	364	>80	0.86



(Fig. 11. Vista del Aula 1 en 3D)



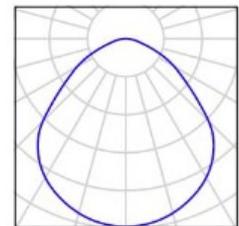
Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:123

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	364	87	610	0.237
Suelo	61	266	87	498	0.328
Techo	73	184	104	249	0.567
Paredes (11)	85	226	83	535	/

(Fig. 12. Mapa de isocandelas: Aula 1)

4 Pieza  
 PROLED L8000428PD LED Panel 600-4 Premium - NW  
 N° de artículo: L8000428PD  
 Flujo luminoso (Luminaria): 4400 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 4400 lm  
 Potencia de las luminarias: 43.0 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 55 86 98 100 109  
 Lámpara: 1 x LED 4000K - CRI 80 (Factor de corrección 1.000).



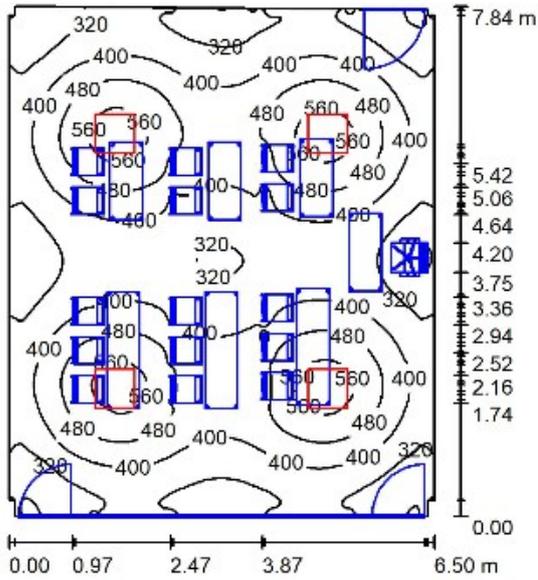
(Fig. 13. Lámpara seleccionada: Aula 1)

### 3.3.4 Aula 2,3 y 4.

Aula 2, 3 y 4					
Luminaria	Nº	Potencia Unitaria (W)	Em(lux)	Ra	VEEI
PROLED L8000428PD LED Panel 600-4 Premium - NW (1.000)	4	43	403	>80	0.84



(Fig. 14. Vista de las Aulas 2, 3 y 4 en 3D)



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

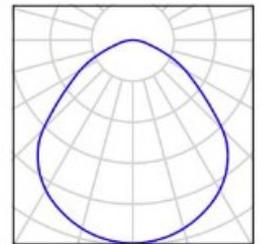
Valores en Lux, Escala 1:101

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	403	213	596	0.529
Suelo	59	306	118	418	0.386
Techo	73	198	162	241	0.816
Paredes (12)	85	245	144	372	/

(Fig. 15. Mapa de isocandelas: Aula 2, 3 y 4)

4 Pieza

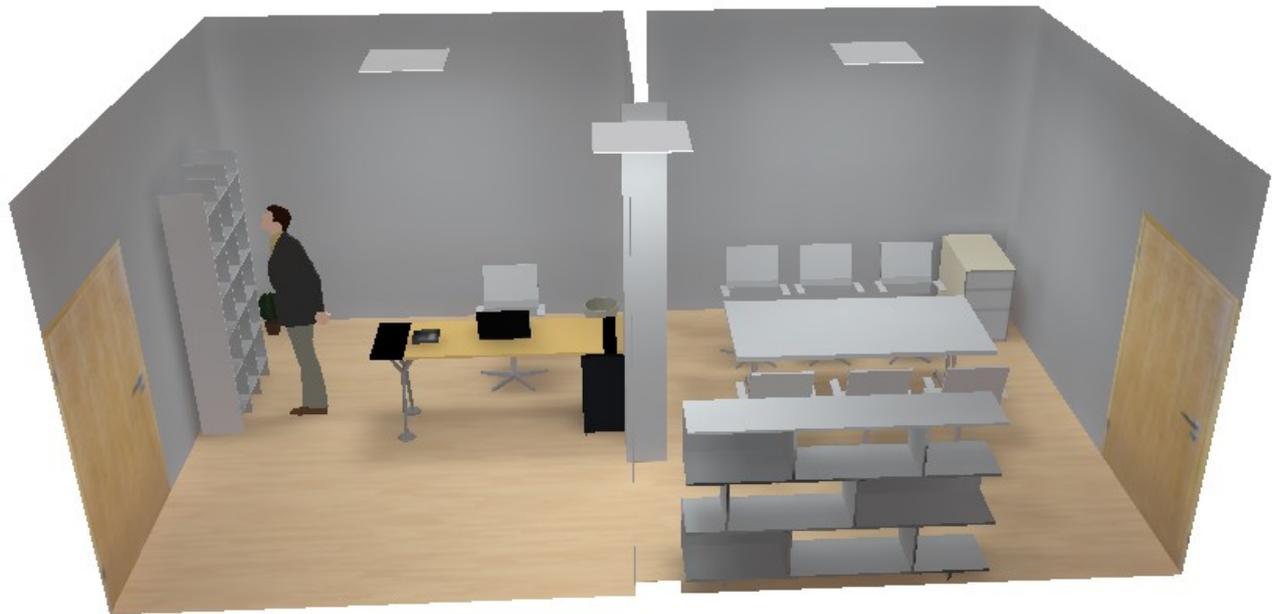
PROLED L8000428PD LED Panel 600-4 Premium - NW  
 N° de artículo: L8000428PD  
 Flujo luminoso (Luminaria): 4400 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 4400 lm  
 Potencia de las luminarias: 43.0 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 55 86 98 100 109  
 Lámpara: 1 x LED 4000K - CRI 80 (Factor de corrección 1.000).



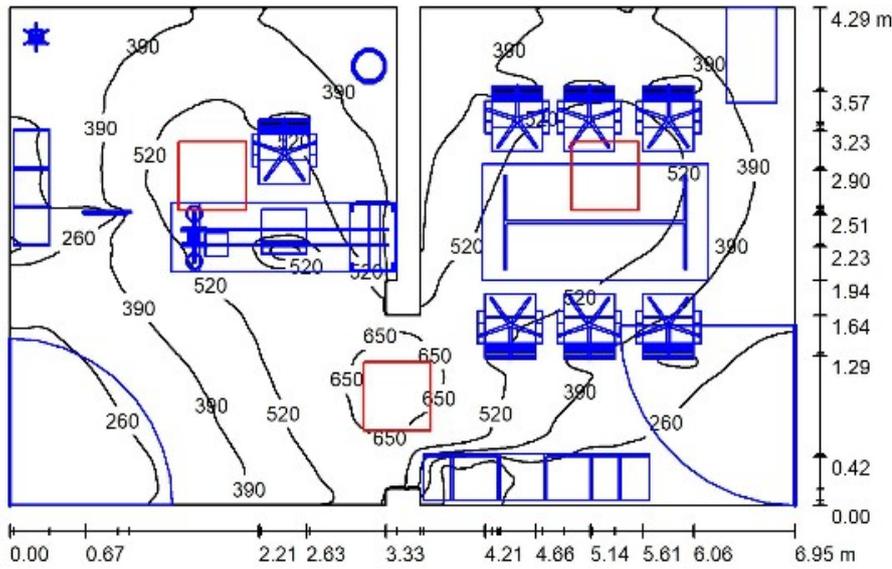
(Fig. 16. Lámpara seleccionada: Aula 2, 3 y 4)

### 3.3.5 Despachos

Despachos					
Luminaria	Nº	Potencia Unitaria (W)	Em(lux)	Ra	VEEI
PROLED L8000428PD LED Panel 600-4 Premium - NW (1.000)	3	43	412	>80	1.07



(Fig. 17. Vista de los despachos en 3D)



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

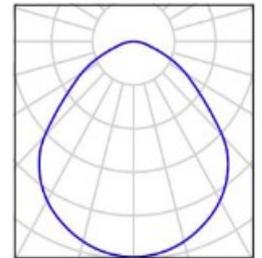
Valores en Lux, Escala 1:56

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	412	64	698	0.155
Suelo	61	258	34	537	0.133
Techo	73	196	143	394	0.731
Paredes (14)	85	234	21	949	/

(Fig. 18. Mapa de isolinias: Despachos)

3 Pieza

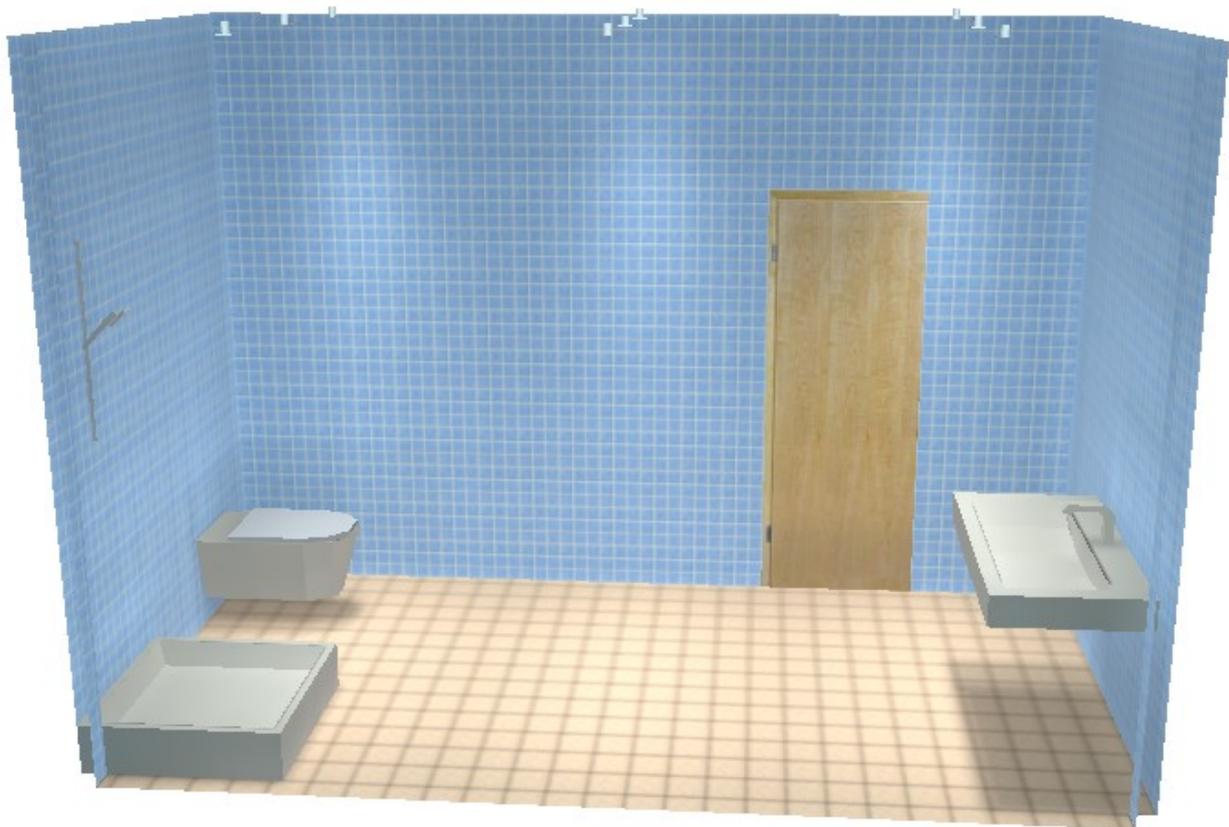
PROLED L8000428PD LED Panel 600-4 Premium - NW  
 N° de artículo: L8000428PD  
 Flujo luminoso (Luminaria): 4400 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 4400 lm  
 Potencia de las luminarias: 43.0 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 55 86 98 100 109  
 Lámpara: 1 x LED 4000K - CRI 80 (Factor de corrección 1.000).



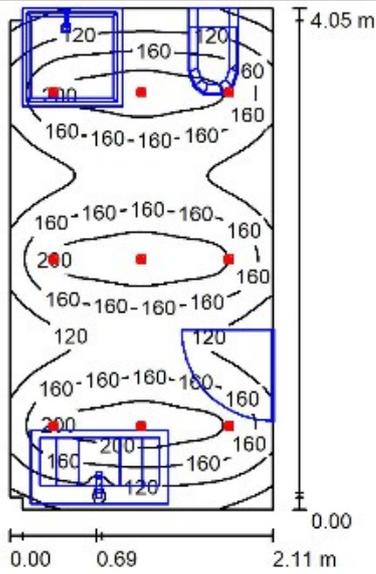
(Fig. 19. Lámpara seleccionada: Despachos)

### 3.3.6 Aseo 3

Aseo 3					
Luminaria	Nº	Potencia Unitaria (W)	Em(lux)	Ra	VEEI
PROLED L710028WU Downlight Mini Swivel Square - NW (1.000)	9	2.5	151	>80	1.07



(Fig. 20. Vista Aseo 3, en 3D)



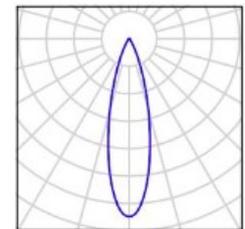
Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.839 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:53

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	151	46	226	0.302
Suelo	63	116	2.82	175	0.024
Techo	73	44	34	52	0.788
Paredes (8)	61	55	14	84	/

(Fig. 21. Mapa de isótopas: Aseo 3)

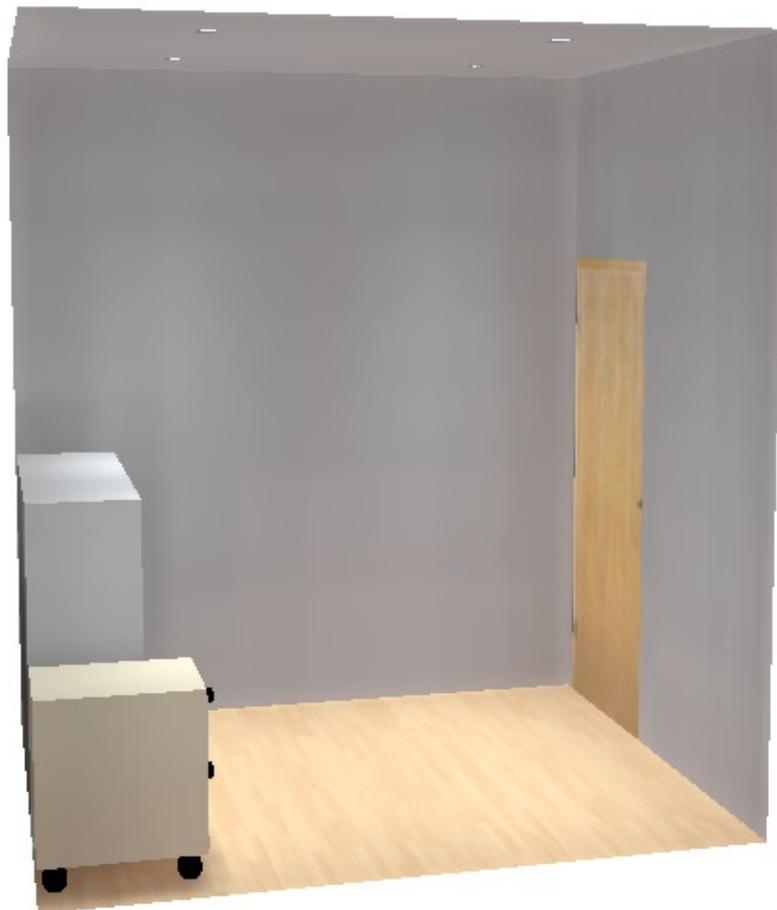
9 Pieza PROLED L710028WU Downlight Mini Swivel Square - NW  
 N° de artículo: L710028WU  
 Flujo luminoso (Luminaria): 180 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 180 lm  
 Potencia de las luminarias: 2.5 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 95 98 100 100 100  
 Lámpara: 1 x LED 4000K - CRI 80 (Factor de corrección 1.000).



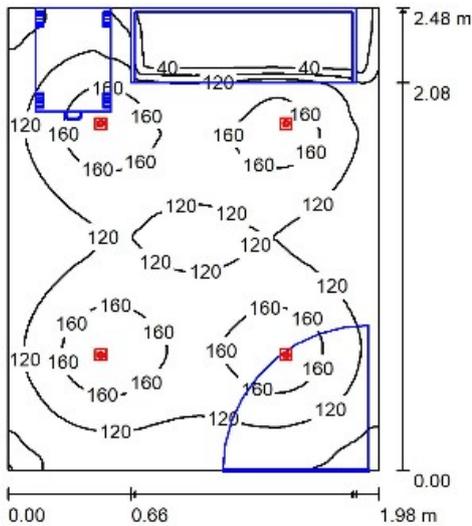
(Fig. 22. Lámpara seleccionada: Aseo 3)

### 3.3.7. Almacén 1

Almacen 1					
Luminaria	Nº	Potencia Unitaria (W)	Em(lux)	Ra	VEEI
PROLED L710028WU Downlight Mini Swivel Square - NW (1.000)	4	2.5	120	>80	1.69



(Fig. 23. Vista del Almacén 1 en 3D)



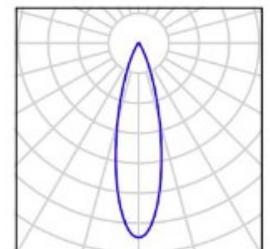
Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.839 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:32

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	120	18	185	0.147
Suelo	61	97	3.34	137	0.034
Techo	73	44	37	52	0.855
Paredes (4)	85	47	0.25	80	/

(Fig 24. Mapa de isolinias: Almacén 1)

- 4 Pieza PROLED L710028WU Downlight Mini Swivel Square - NW  
 N° de artículo: L710028WU  
 Flujo luminoso (Luminaria): 180 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 180 lm  
 Potencia de las luminarias: 2.5 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 95 98 100 100 100  
 Lámpara: 1 x LED 4000K - CRI 80 (Factor de corrección 1.000).



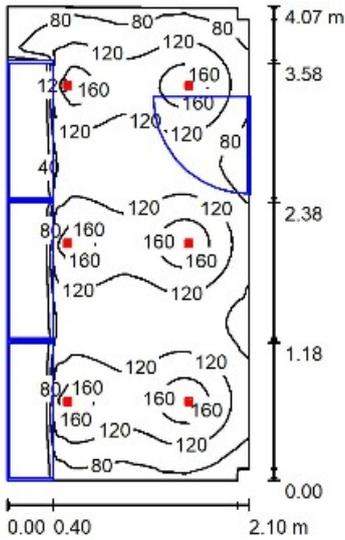
(Fig. 25. Lámpara seleccionada: Almacén 1)

### 3.3.8 Almacén 2

Almacén 2					
Luminaria	Nº	Potencia Unitaria (W)	Em(lux)	Ra	VEEI
PROLED L710028WU Downlight Mini Swivel Square - NW (1.000)	6	2.5	102	>80	1.73



(Fig. 26. Vista de Almacén 2 en 3D )



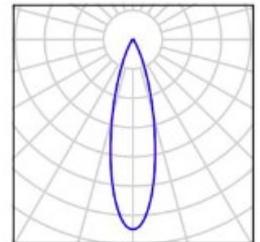
Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.813 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:53

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	102	20	180	0.193
Suelo	61	86	2.95	126	0.034
Techo	73	40	34	49	0.844
Paredes (8)	85	38	0.19	87	/

(Fig. 27. Mapa de isolneas: Almacén 2)

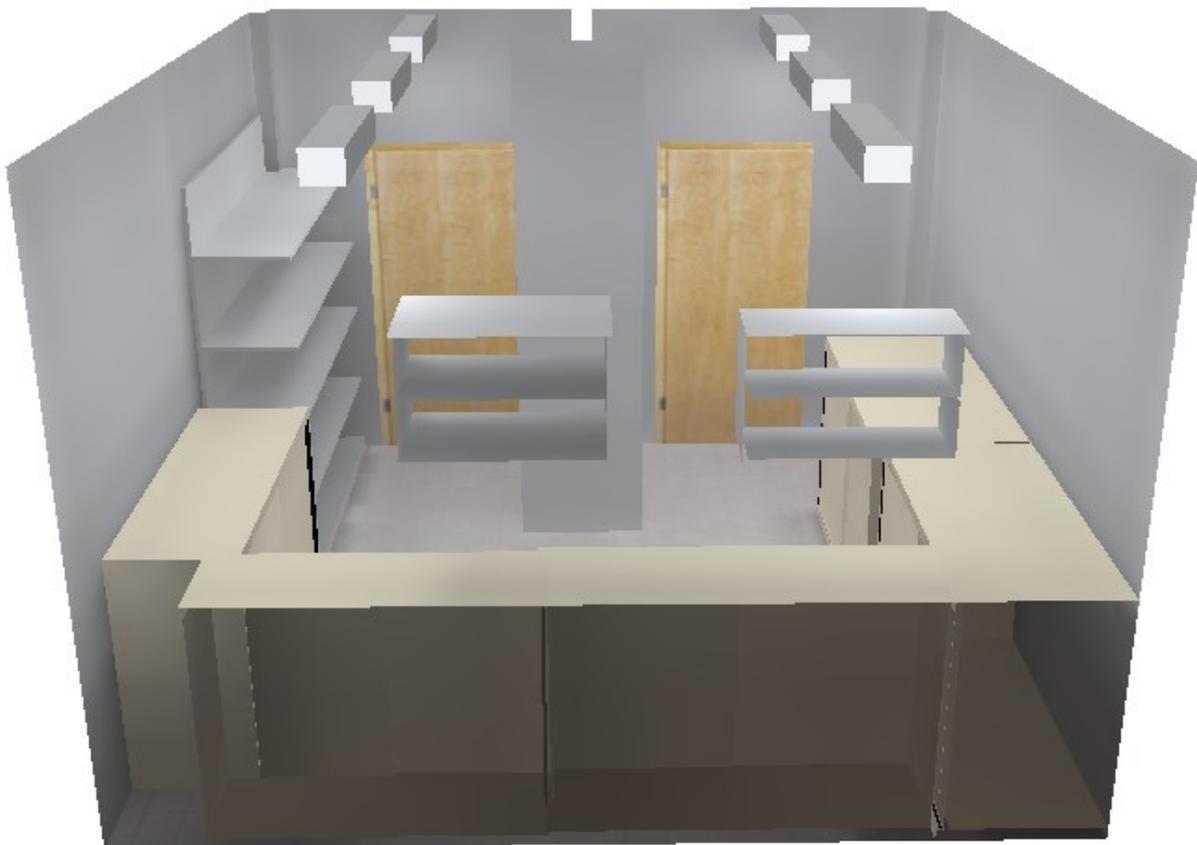
6 Pieza PROLED L710028WU Downlight Mini Swivel Square - NW  
 N° de artículo: L710028WU  
 Flujo luminoso (Luminaria): 180 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 180 lm  
 Potencia de las luminarias: 2.5 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 95 98 100 100 100  
 Lámpara: 1 x LED 4000K - CRI 80 (Factor de corrección 1.000).



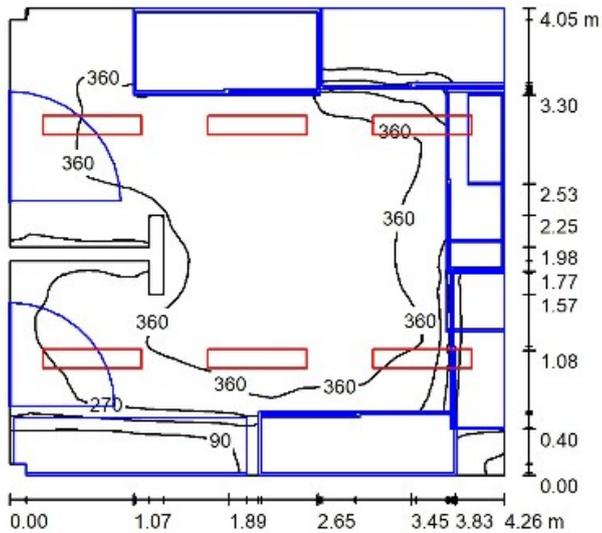
(Fig. 28. Lámpara seleccionada: Almacén 2)

### 3.3.9 Cocina

Cocina					
Luminaria	Nº	Potencia Unitaria (W)	Em(lux)	Ra	VEEI
ABB-DTS A-0001 EVTL220 (1.000)	6	19	299	>80	2.24



(Fig. 29. Vista de Cocina en 3D)



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

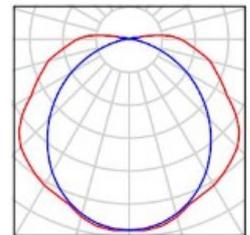
Valores en Lux, Escala 1:53

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	299	26	449	0.087
Suelo	67	186	2.38	353	0.013
Techo	73	233	171	326	0.734
Paredes (16)	85	210	0.31	535	/

(Fig. 30. Mapa de isólinas: Cocina)

6 Pieza

ABB-DTS A-0001 EVTL220  
 N° de artículo: A-0001  
 Flujo luminoso (Luminaria): 1573 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 1613 lm  
 Potencia de las luminarias: 19.0 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 96  
 Código CIE Flux: 41 71 89 96 98  
 Lámpara: 1 x LED (Factor de corrección 1.000).



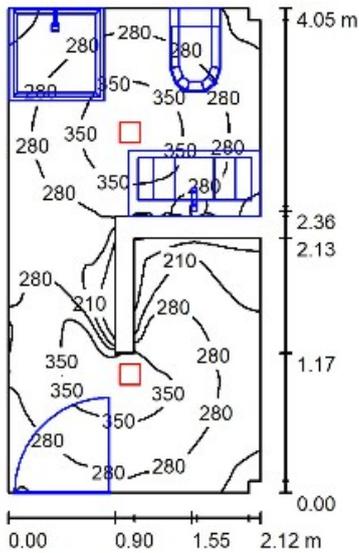
(Fig. 31. Lámpara seleccionada: Cocina)

### 3.3.10 Aseo 4

Aseo 4					
Luminaria	Nº	Potencia Unitaria (W)	Em(lux)	Ra	VEEI
PROLED L7102528FS Downlight Pollux 145 Square - NW - Type Frost (1.000)	2	19	280	>80	1.65



(Fig. 32. Vista de Aseo



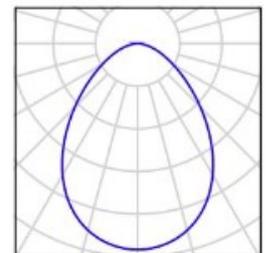
Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:53

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	280	66	380	0.237
Suelo	63	171	4.23	270	0.025
Techo	73	104	65	275	0.630
Paredes (14)	61	156	26	4771	/

(Fig. 33. Mapa de isocías: Aseo 4)

2 Pieza PROLED L7102528FS Downlight Pollux 145 Square - NW - Type Frost  
 N° de artículo: L7102528FS  
 Flujo luminoso (Luminaria): 2400 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 2400 lm  
 Potencia de las luminarias: 19.0 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 61 88 98 100 98  
 Lámpara: 1 x LED 4000K CRI 80 (Factor de corrección 1.000).



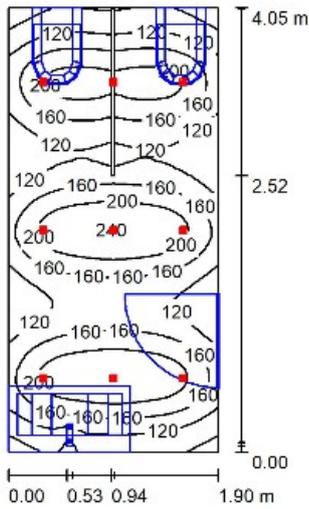
(Fig. 34. Lámpara seleccionada: Aseo 4)

### 3.3.11 Aseo 5 y 7

Aseo 5 y 7					
Luminaria	Nº	Potencia Unitaria (W)	Em(lux)	Ra	VEEI
PROLED L710028WU Downlight Mini Swivel Square - NW (1.000)	9	2.5	155	>80	1.88



(Fig. 35. Vista de Aseo 5 y 7 en 3D )



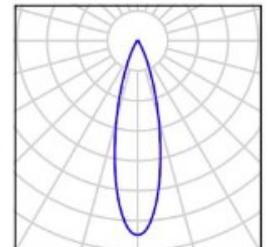
Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:53

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	155	50	243	0.323
Suelo	63	122	21	184	0.172
Techo	73	38	25	47	0.654
Paredes (4)	61	50	7.93	93	/

(Fig. 36. Mapa de isocandelas: Aseo 5 y 7)

9 Pieza PROLED L710028WU Downlight Mini Swivel Square - NW  
 N° de artículo: L710028WU  
 Flujo luminoso (Luminaria): 180 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 180 lm  
 Potencia de las luminarias: 2.5 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 95 98 100 100 100  
 Lámpara: 1 x LED 4000K - CRI 80 (Factor de corrección 1.000).



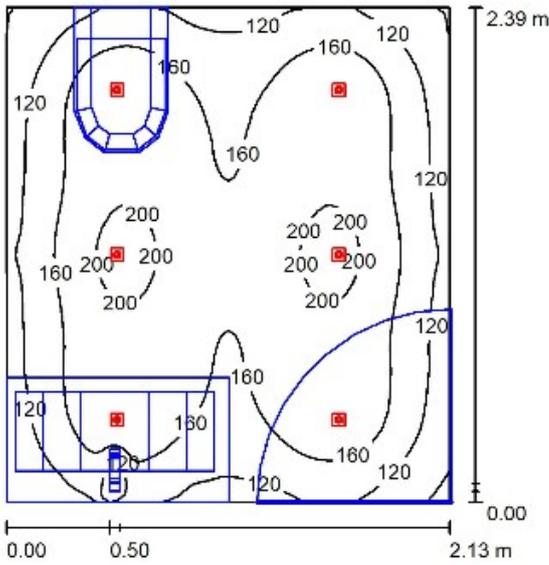
(Fig. 37. Lámpara seleccionada: Aseo 5 y 7)

### 3.3.12 Aseo 6

Aseo 6					
Luminaria	Nº	Potencia Unitaria (W)	Em(lux)	Ra	VEEI
PROLED L710028WU Downlight Mini Swivel Square - NW (1.000)	6	2.5	157	>80	1.88



(Fig. 38. Vista de Aseo 6 en 3D )



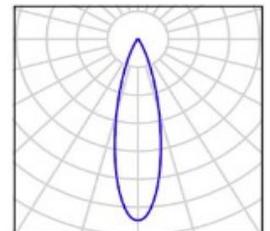
Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.839 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:31

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	157	35	211	0.221
Suelo	63	121	26	173	0.218
Techo	73	40	32	45	0.810
Paredes (4)	61	53	9.41	97	/

(Fig. 39. Mapa de isocandelas: Aseo 6)

6 Pieza  
 PROLED L710028WU Downlight Mini Swivel Square - NW  
 N° de artículo: L710028WU  
 Flujo luminoso (Luminaria): 180 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 180 lm  
 Potencia de las luminarias: 2.5 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 95 98 100 100 100  
 Lámpara: 1 x LED 4000K - CRI 80 (Factor de corrección 1.000).



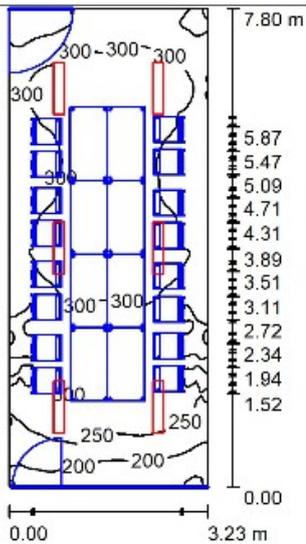
(Fig. 40. Lámpara seleccionada: Aseo 6)

### 3.3.13 Comedor

Comedor					
Luminaria	Nº	Potencia Unitaria (W)	Em(lux)	Ra	VEEI
ABB-DTS A-0001 EVTL220 (1.000)	6	19	282	>80	1.6



(Fig. 41. Vista del Comedor en 3D)



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

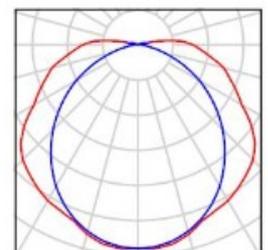
Valores en Lux, Escala 1:101

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	282	140	346	0.496
Suelo	61	144	55	325	0.383
Techo	73	158	82	262	0.520
Paredes (4)	85	204	92	380	/

(Fig. 42. Mapa de isocandelas: Comedor)

6 Pieza

ABB-DTS A-0001 EVTL220  
 N° de artículo: A-0001  
 Flujo luminoso (Luminaria): 1573 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 1613 lm  
 Potencia de las luminarias: 19.0 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 96  
 Código CIE Flux: 41 71 89 96 98  
 Lámpara: 1 x LED (Factor de corrección 1.000).



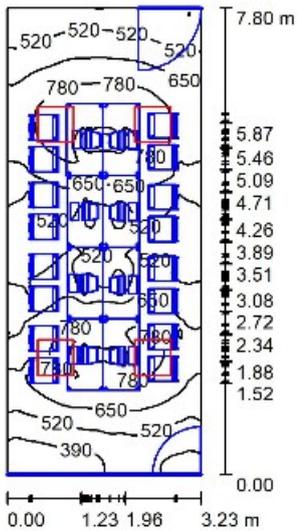
(Fig. 43. Lámpara seleccionada: Comedor)

### 3.3.14 Aula PC

Aula Pc					
Luminaria	Nº	Potencia Unitaria (W)	Em(lux)	Ra	VEEI
PROLED L8000428PD LED Panel 600-4 Premium - NW (1.000)	4	43	612	>80	1.11



(Fig. 44. Vista de Aula Pc en 3D)



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

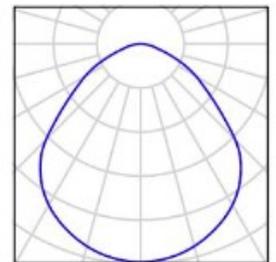
Valores en Lux, Escala 1:101

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	612	262	891	0.428
Suelo	61	328	114	664	0.348
Techo	73	284	144	397	0.509
Paredes (4)	85	376	156	837	/

(Fig. 45. Mapa de isocandelas: Aula Pc)

4 Pieza

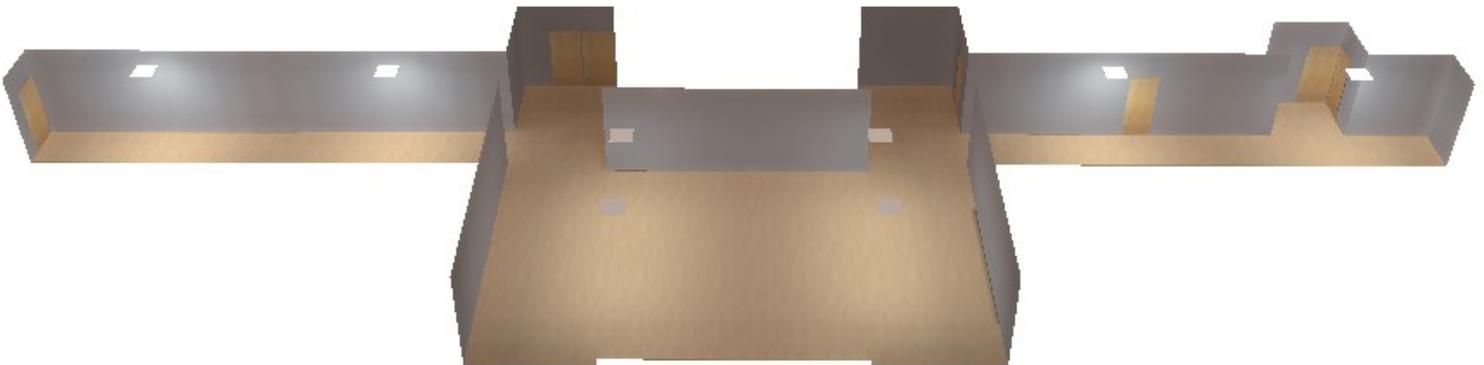
PROLED L8000428PD LED Panel 600-4 Premium - NW  
 N° de artículo: L8000428PD  
 Flujo luminoso (Luminaria): 4400 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 4400 lm  
 Potencia de las luminarias: 43.0 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 55 86 98 100 109  
 Lámpara: 1 x LED 4000K - CRI 80 (Factor de corrección 1.000).



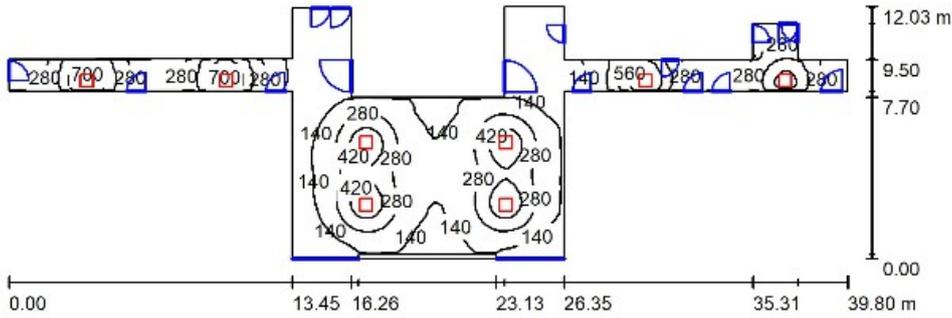
(Fig. 46. Lámpara seleccionada: Aula PC)

### 3.3.15 Pasillo

Pasillos					
Luminaria	Nº	Potencia Unitaria (W)	Em(lux)	Ra	VEEI
PROLED L8000428PD LED Panel 600-4 Premium - NW (1.000)	8	43	234	>80	0.87



(Fig. 47. Vista de Pasillo en 3D)



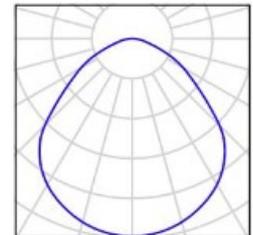
Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:285

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	234	37	728	0.158
Suelo	61	215	42	477	0.193
Techo	73	135	41	477	0.305
Paredes (21)	85	187	38	1676	/

(Fig. 48. Mapa de isocandela: Pasillo)

8 Pieza PROLED L8000428PD LED Panel 600-4 Premium - NW  
 N° de artículo: L8000428PD  
 Flujo luminoso (Luminaria): 4400 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 4400 lm  
 Potencia de las luminarias: 43.0 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 55 86 98 100 109  
 Lámpara: 1 x LED 4000K - CRI 80 (Factor de corrección 1.000).

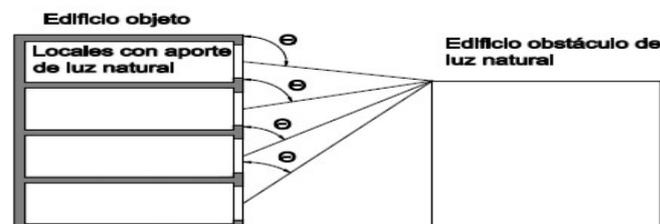


(Fig. 49. Lámpara seleccionada: Aula PC)

### 3.3 Sistemas de control y regulación

Las instalaciones de iluminación dispondrán, por cada zona, de un sistema de control y regulación con las siguientes condiciones:

- Toda zona dispondrá al menos de un sistema de encendido y apagado manual, no aceptándose los sistemas de encendido y apagado en cuadros eléctricos como único sistema de control. Toda zona dispondrá de un sistema de encendidos por horario centralizado en cada cuadro eléctrico. Las zonas de uso esporádico dispondrán de un control de encendido y apagado por sistema de detección de presencia temporizado o sistema de pulsador temporizado;
- Se instalarán sistemas de aprovechamiento de la luz natural, que regulen proporcionalmente y de manera automática, por sensor de luminosidad, el nivel de iluminación en función del aporte de luz natural de las luminarias de las habitaciones de menos de 6 metros de profundidad, y en las dos primeras líneas paralelas de luminarias situadas a una distancia inferior a 5 metros de la ventana, y en todas las situadas bajo un lucernario, cuando se den las siguientes condiciones:
  - En todas las zonas que cuenten con cerramientos acristalados al exterior, cuando estas cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:



- Que el ángulo  $\theta$  sea superior a  $65^\circ$  ( $\theta > 65^\circ$ ), siendo  $\theta$  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 de la ventana del local en tanto por uno.

- $A_w$  área de acristalamiento de la ventana de la zona [m<sup>2</sup>].

-A área total de las fachadas de la zona, con ventanas al exterior o al patio interior o al atrio [m<sup>2</sup>]

Al estar aislados de cualquier fachada podemos observar que cumplimos la expresión por tanto se instalaran sistemas de aprovechamiento de la luz natural.



# 4. ALUMBRADO DE EMERGENCIA



## **4.1 Objeto del anexo**

Este anexo define la correcta instalación y funcionamiento de los servicios dedicados a iluminación de emergencia, que facilitan la evacuación segura de las personas o la iluminación de puntos vitales de los edificios. A su vez se calcularán las luminarias necesarias para obtener los niveles mínimos de iluminación.

## **4.2 Terminología**

### **4.2.1 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 de alumbrado general o cuando la tensión de este baja a menos del 70% de su tensión nominal.

La instalación de alumbrado será fija y estará provista de fuentes propias de energía. Solo se podrá utilizar el suministro exterior para proceder a su carga, cuando la fuente propia de energía este constituida por baterías de acumuladores o aparatos autónomos automáticos.

### **4.2.2 Alumbrado de evacuación**

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios y rutas de evacuación, es decir, no sólo se debe de señalar la ruta de evacuación y los medios de protección contra incendios, sino que se debe iluminar dicho recorrido correctamente.

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

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

### **4.2.3 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.

### **4.2.4 Lugares de instalación de alumbrado de emergencia**

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. En los aseos generales de planta en edificios de acceso público.
- c. 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.
- d. En los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección.
- e. En las salidas de emergencia y en las señales de seguridad reglamentarias.
- f. En todo cambio de dirección de la ruta de evacuación.
- g. En toda intersección de pasillos con las rutas de evacuación.
- h. En el exterior del edificio, en la vecindad inmediata a la salida.
- i. Cerca de las escaleras, de manera que cada tramo de escaleras reciba una iluminación directa.
- j. Cerca de cada cambio de nivel.
- k. Cerca de cada puesto de primeros auxilios.
- l. Cerca de cada equipo manual destinado a la prevención y extinción de incendios
- m. Los recorridos generales de evacuación de zonas destinadas a usos residencial o hospitalario y a las zonas destinadas a cualquier otro uso que este destinado para la evacuación de más de 100 personas.
- n. En los cuadros de distribución en las zonas nombradas anteriormente.

\*Cerca significa a una distancia inferior a 2 metros medida horizontalmente

En las zonas incluidas en los apartados l. y n. el alumbrado se seguridad proporcionara una iluminancia mínima de 5 lux a nivel de operación.

Los datos de partida son el conocimiento de la disposición de la distribución de los equipos de protección contra incendios, las rutas de evacuación, las salidas y la señalización.

### 4.3 Método de cálculo de alumbrado de emergencia

En cumplimiento con las especificaciones hechas por los diversos reglamentos se eligen las luminarias de emergencia y se disponen en los diferentes locales quedando estas distribuidas de la forma que se puede observar en la documentación gráfica.

Una vez realizada dicha distribución se procede al cálculo de la iluminancia máxima, la iluminancia mínima y la relación entre ambas en los diferentes planos de los locales, para ello se utilizará el programa de cálculo *Legrand Emerlight 4.0*. Cuando se obtienen los resultados del programa se observará que los niveles de iluminancia son correctos, quedando demostrado que la elección de las luminarias de emergencia así como su distribución es correcta.

### 4.4 Tabla de resultados

Local	Altura local (m)	Media (Lux)	Min (Lux)	Max (Lux)	Min/Media	Min/max	Medio/Max
Aseo 1	2.8	4.1	1.6	6.9	0.4	0.24	0.59
Aseo 2	2.8	5.2	3.3	6.9	0.63	0.47	0.76
Clase 1	2.8	5.4	0.9	14.5	0.16	0.06	0.37
Aseo 3	2.8	3.3	1.2	5.2	0.38	0.24	0.63
Almacén 1	2.8	4.5	2.2	6.9	0.5	0.32	0.65
Almacén 2	2.8	4.0	1.3	6.9	0.33	0.19	0.58
Clase 2	2.8	6.7	0.8	24	0.11	0.03	0.28
Clase 3	2.8	6.7	0.8	24	0.11	0.03	0.28
Cocina	2.8	3.6	0.9	6.9	0.25	0.13	0.52
Despachos	2.8	3.1	0.6	7.3	0.19	0.08	0.42
Clase 4	2.8	6.7	0.8	24	0.11	0.03	0.28
Aseo 4	2.8	12	3.6	24.5	0.3	0.15	0.49
Aseo 5	2.8	4.6	2.3	6.8	0.51	0.34	0.67
Aseo 6	2.8	4.7	2.4	6.8	0.52	0.36	0.69
Aseo 7	2.8	3.9	1.2	6.8	0.31	0.18	0.57
Comedor	2.8	5.6	0.5	23.3	0.08	0.02	0.24
Aula Pc	2.8	5.9	0.5	23.2	0.08	0.02	0.25

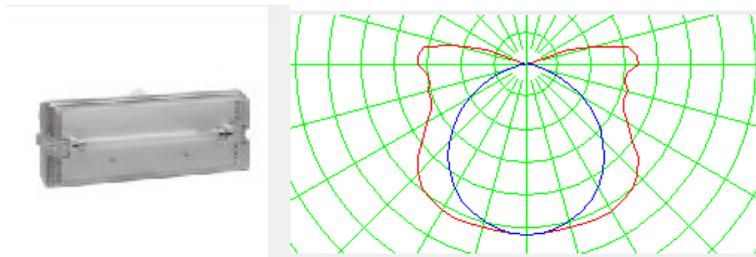
(Fig. 50 . Resultados EMERLIGHT 4.0)

Los resultados obtenidos con el programa de cálculo EMERLIGHT 4.0 para los distintos locales de la escuela son los que a continuación se presentan en la siguiente tabla:

## 4.5 LUMINARIAS Y LÁMPARAS UTILIZADAS

Las luminarias elegidas son todas de la casa Legrand

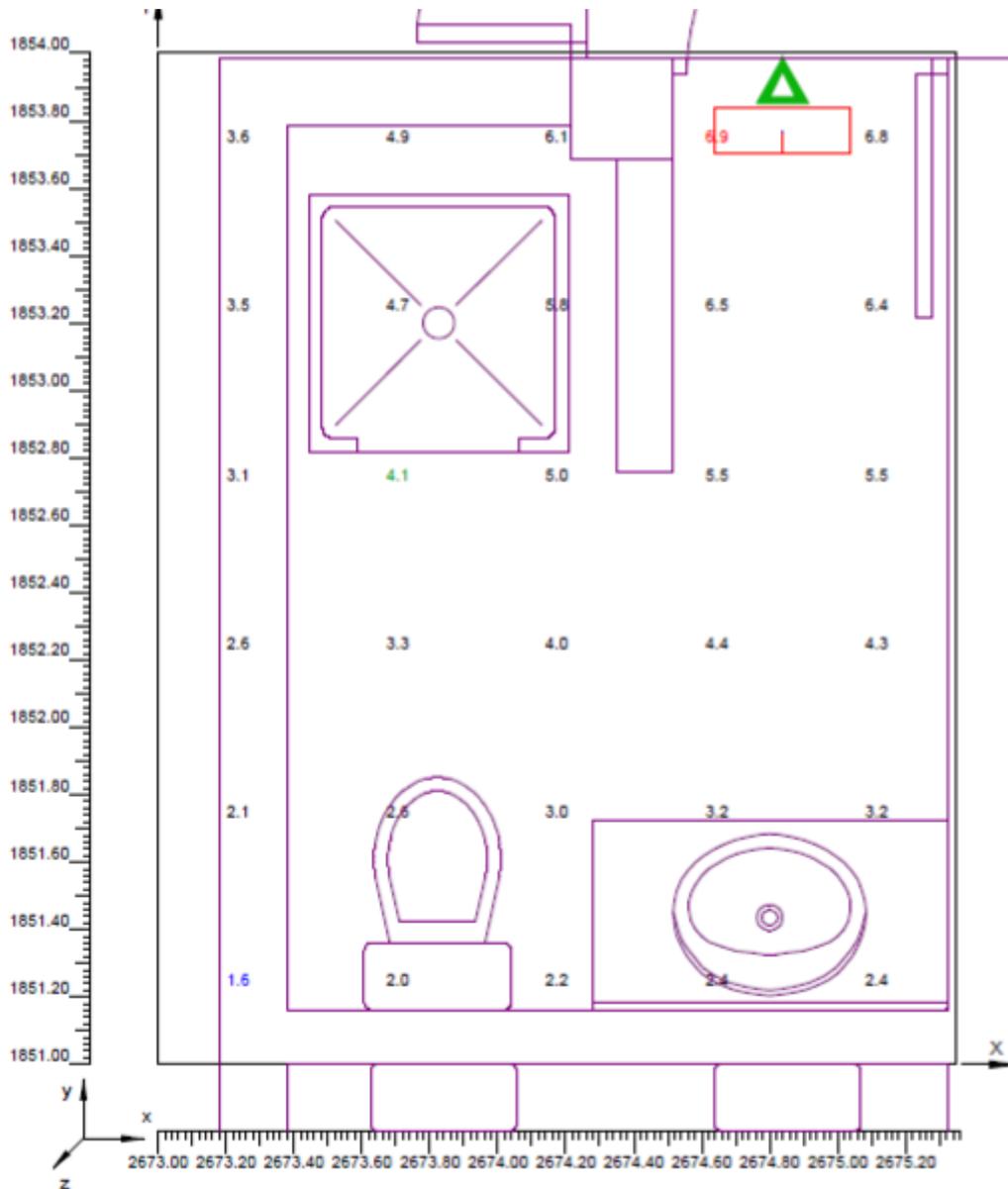
- NT / 240 Lum 1h 61831 con una potencia de 8w
- NT / 420 Lum 1h 61832 con una potencia de 8w
- B44 L.V.S./ 165 Lum 1h 61552 con una potencia de 6w



(Fig. 51. Muestra de emergencia utilizada.)

## 4.6 Análisis individual de locales.

### 4.6.1 Aseo 1

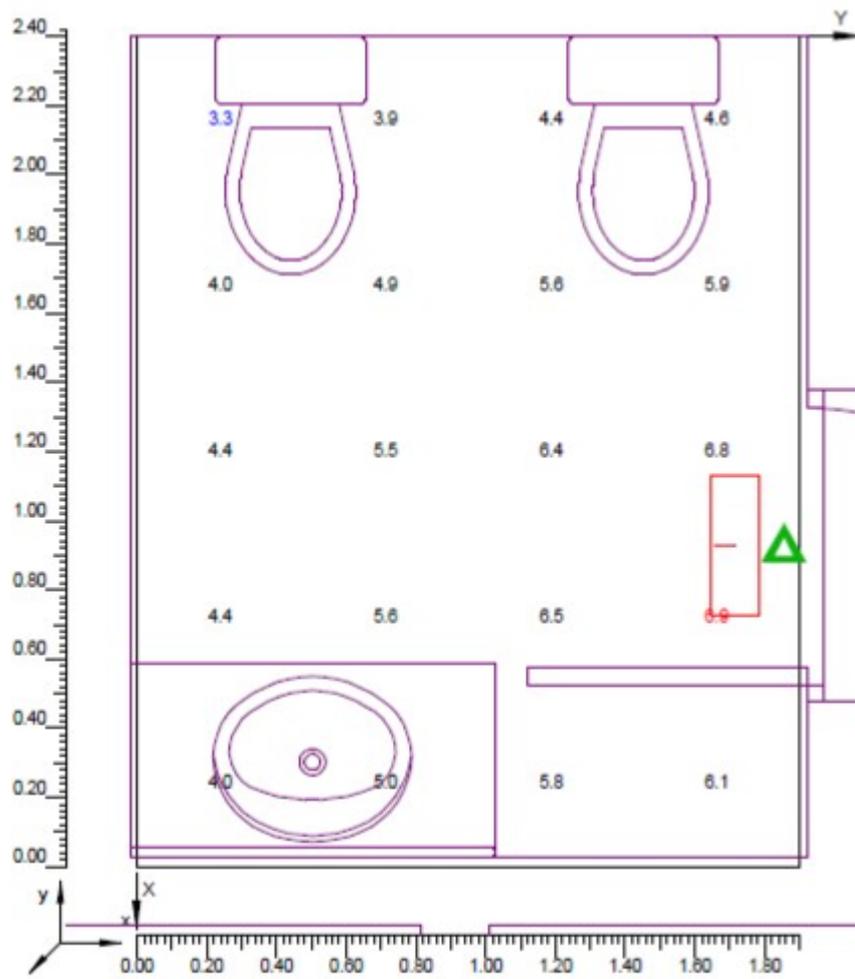


(Fig. 52. Disposición de emergencia y iluminancia media: Aseo 1)

Ref.Lamp.	Tipo	Código	Flujo lm	Potencia W	Color K	N.
LMP-A	FDH	8W 61831	240	8	1	1

(Fig. 53. Información de Lámparas: Aseo 1.)

### 4.6.2 Aseo 2

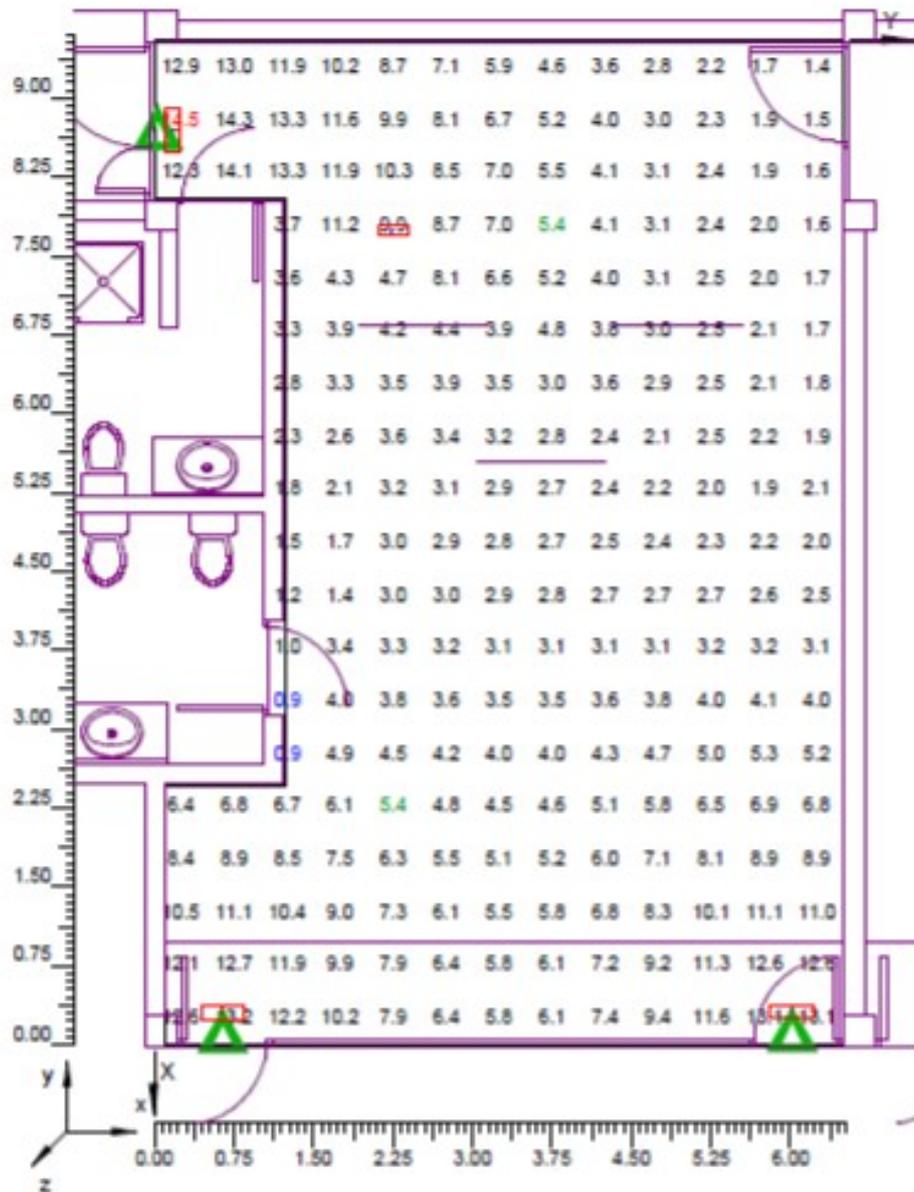


(Fig. 54. Disposición de emergencia y iluminancia media: Aseo 2)

Ref.Lamp.	Tipo	Código	Flujo lm	Potencia W	Color K	N.
LMP-A	FDH	8W 61831	240	8	1	1

(Fig. 55. Información de Lámparas: Aseo 2)

### 4.6.3 Aula 1

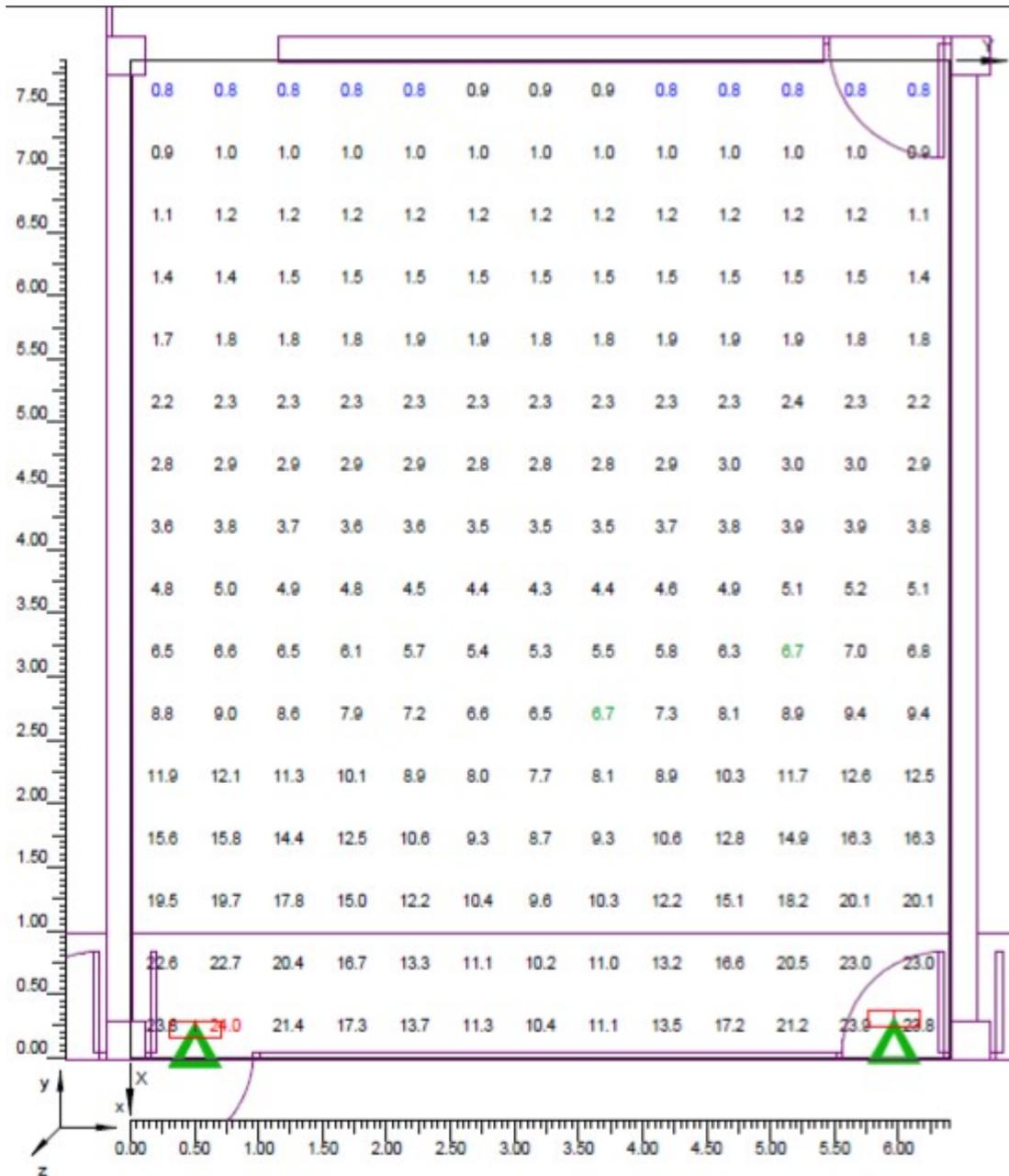


(Fig. 56. Disposición de emergencia y iluminancia media: Aula 1)

Ref.Lamp.	Tipo	Código	Flujo lm	Potencia W	Color K	N.
LMP-A	FDH	8W 61832	450	8	1	3
LMP-B	FDH	6W 61541	165	6	1	1

(Fig. 57. Información de Lámparas: Aula 1)

#### 4.6.4 Clase 2 3 y 4

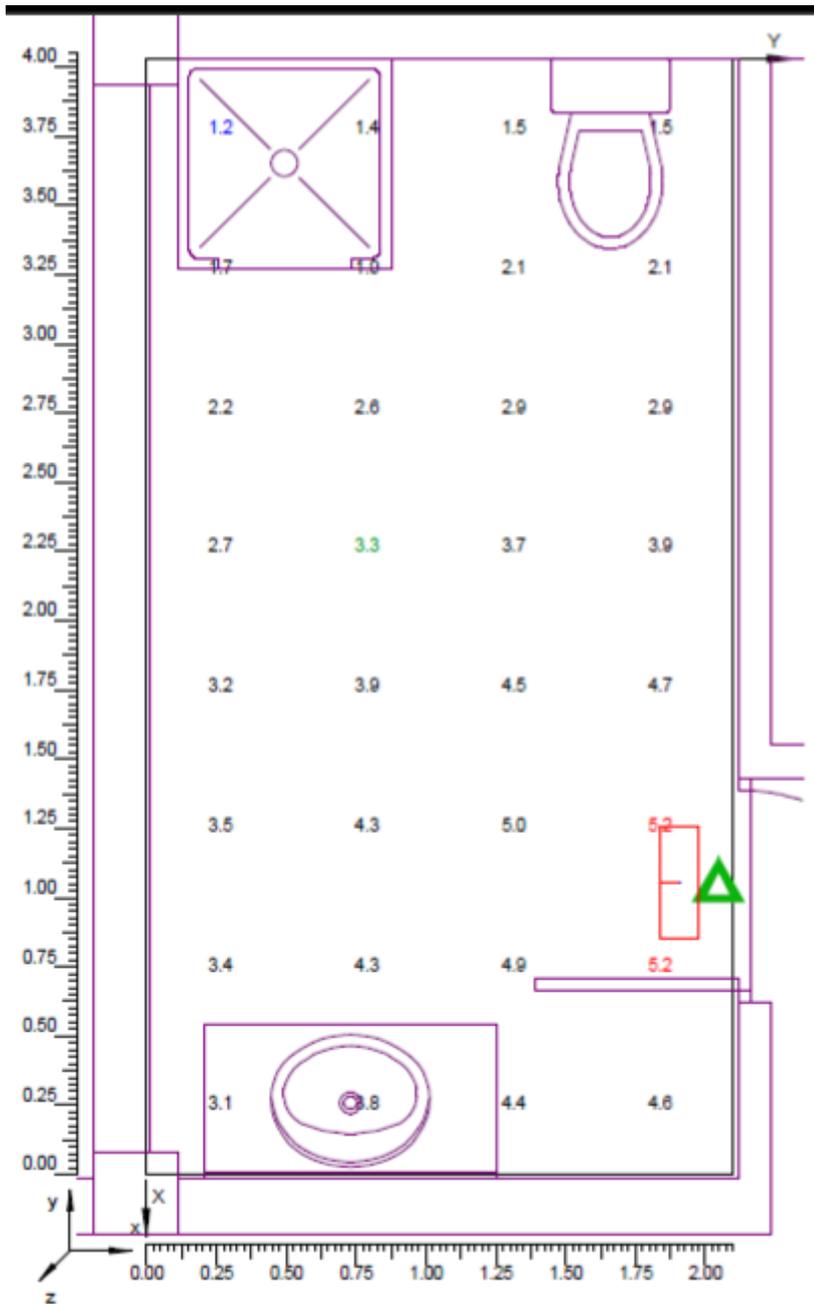


(Fig. 58. Disposición de emergencia y iluminancia media: Aula 2,3 y 4)

Ref.Lamp.	Tipo	Código	Flujo lm	Potencia W	Color K	N.
LMP-A	FDH	11W 61833	750	11	1	2

(Fig. 59. Información de Lámparas: Aula 2,3 y 4)

### 4.6.5 Aseo 3

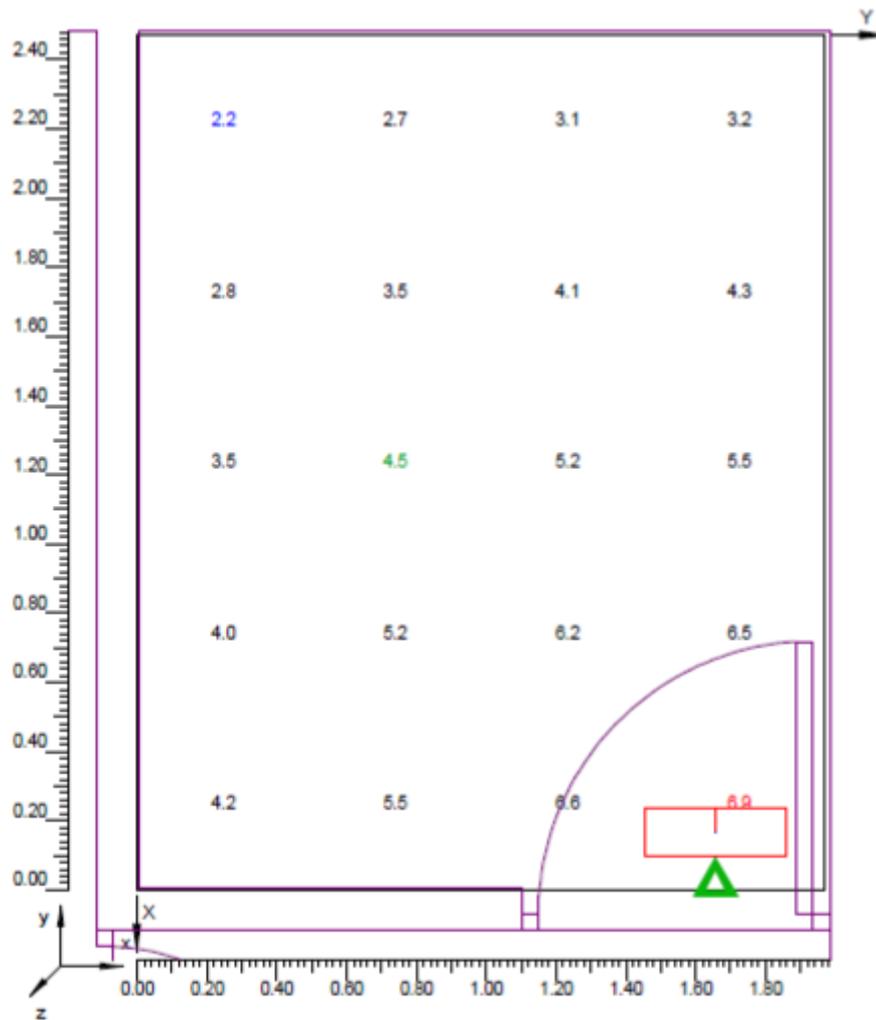


(Fig. 60. Disposición de emergencia y iluminancia media: Aseo 3)

Ref.Lamp.	Tipo	Código	Flujo lm	Potencia W	Color K	N.
LMP-A	FDH	8W 61831	240	8	1	1

(Fig. 61. Información de Lámparas: Aseo 3)

### 4.6.6 Almacén 1

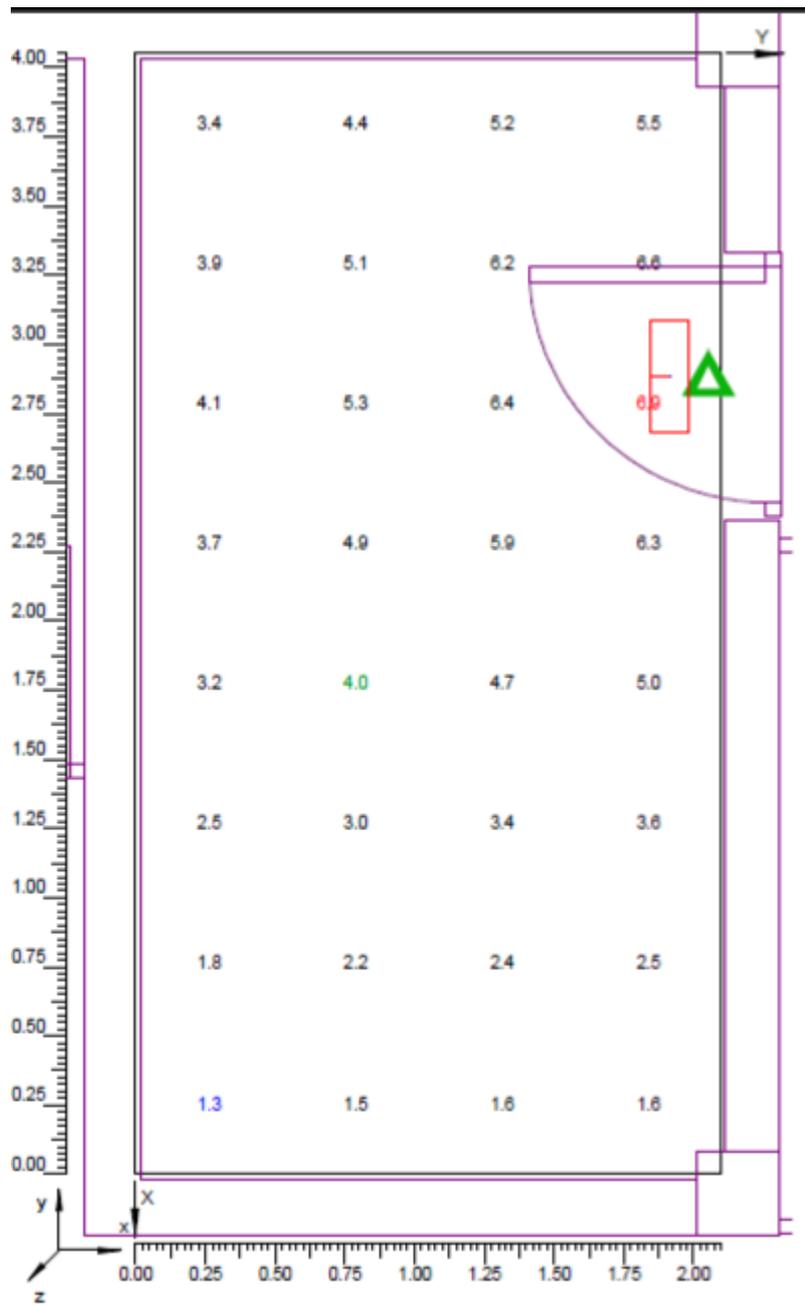


(Fig. 62. Disposición de emergencia y iluminancia media: Almacén 1)

Ref.Lamp.	Tipo	Código	Flujo lm	Potencia W	Color K	N.
LMP-A	FDH	8W 61831	240	8	1	1

(Fig. 63. Información de Lámparas: Almacén 1)

### 4.6.7 Almacén 2

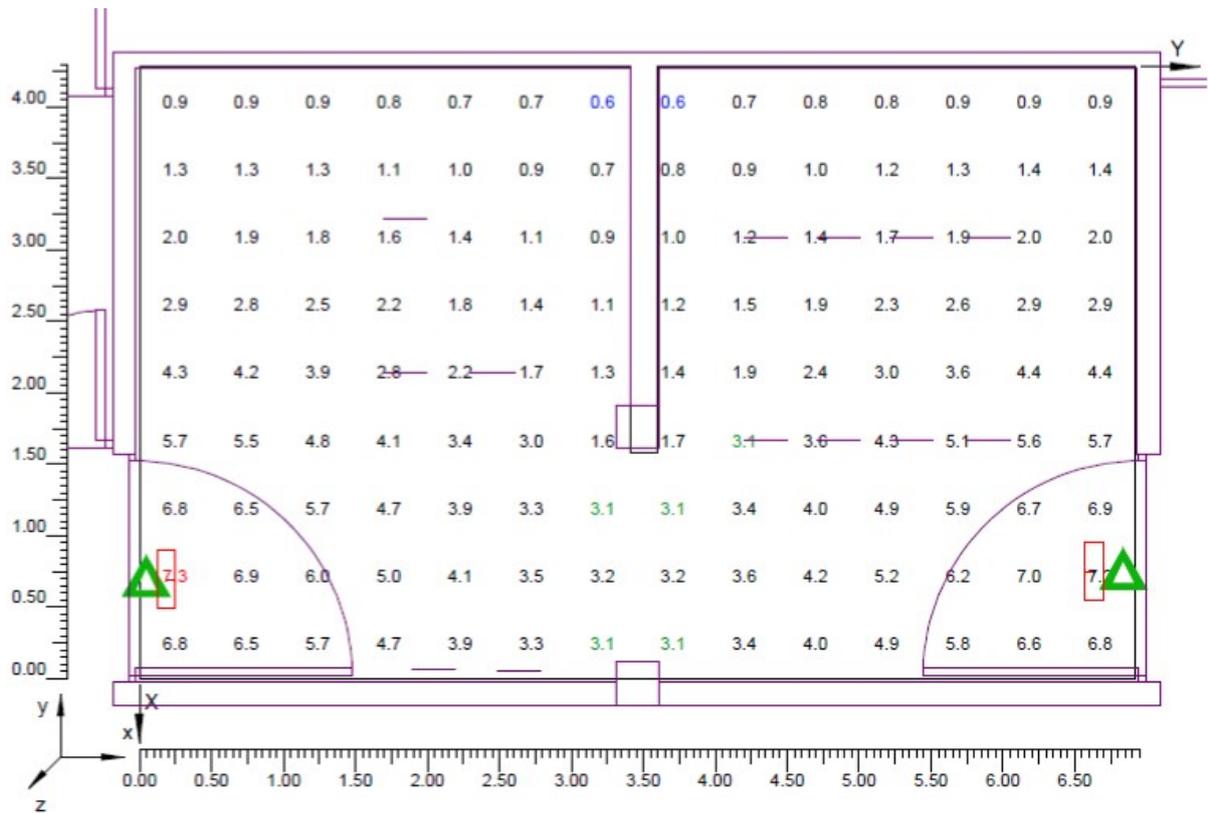


(Fig. 64. Disposición de emergencia y iluminancia media: Almacén 2)

Ref.Lamp.	Tipo	Código	Flujo lm	Potencia W	Color K	N.
LMP-A	FDH	8W 61831	240	8	1	1

(Fig. 65. Información de Lámparas: Almacén 2)

### 4.6.8 Despachos



(Fig. 66. Disposición de emergencia y iluminancia media: Despachos)

Ref.Lamp.	Tipo	Código	Flujo lm	Potencia W	Color K	N.
LMP-A	FDH	8W 61831	240	8	1	2

(Fig. 67. Información de Lámparas: Despachos)

### 4.6.9 Cocina

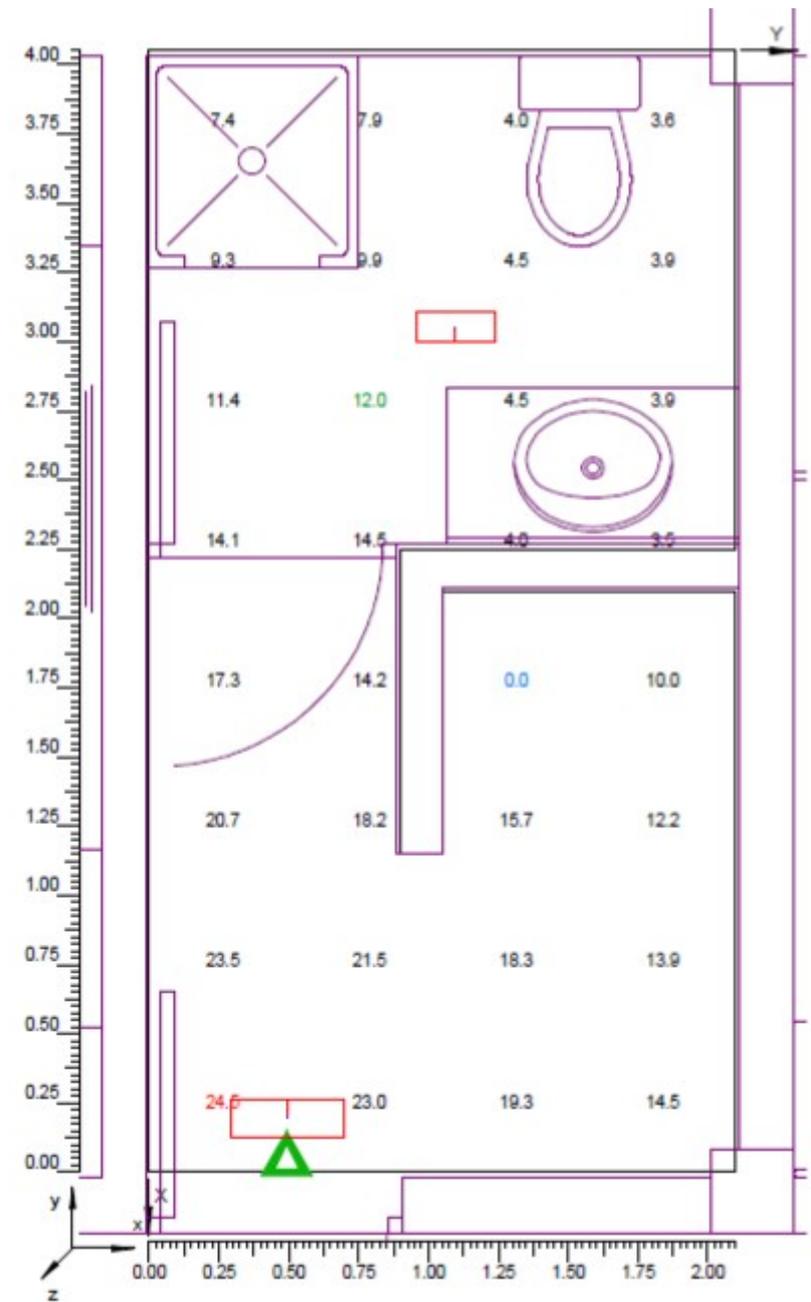


(Fig. 68. Disposición de emergencia y iluminancia media: Cocina)

Ref.Lamp.	Tipo	Código	Flujo lm	Potencia W	Color K	N.
LMP-A	FDH	8W 61831	240	8	1	2

(Fig. 69. Información de Lámparas: Cocina)

#### 4.6.10 Aseo 4

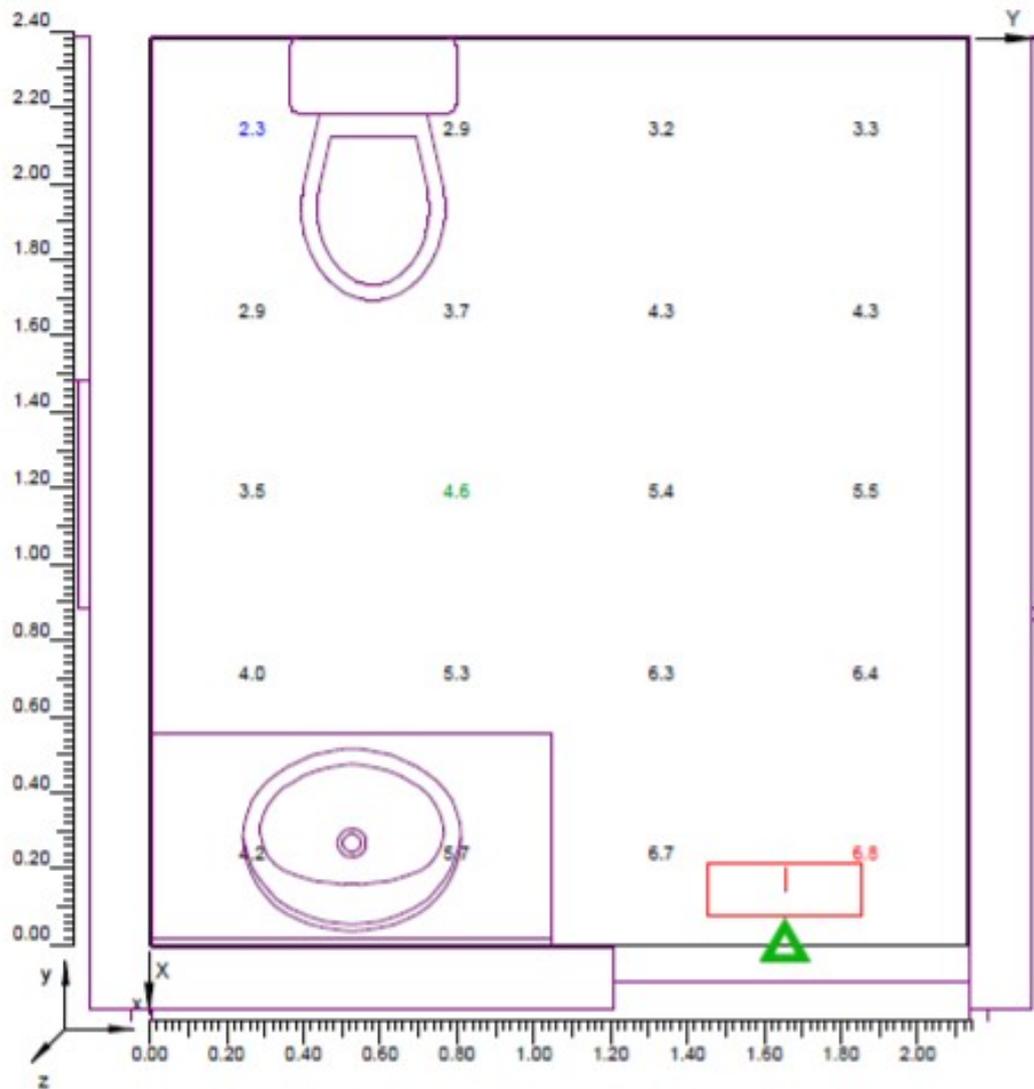


(Fig. 70. Disposición de emergencia y iluminancia media: Aseo 4)

Ref.Lamp.	Tipo	Código	Flujo lm	Potencia W	Color K	N.
LMP-A	FDH	11W 61833	750	11	1	1
LMP-B	FDH	6W 61541	165	6	1	1

(Fig. 71. Información de Lámparas: Aseo 4)

### 4.6.11 Aseo 5

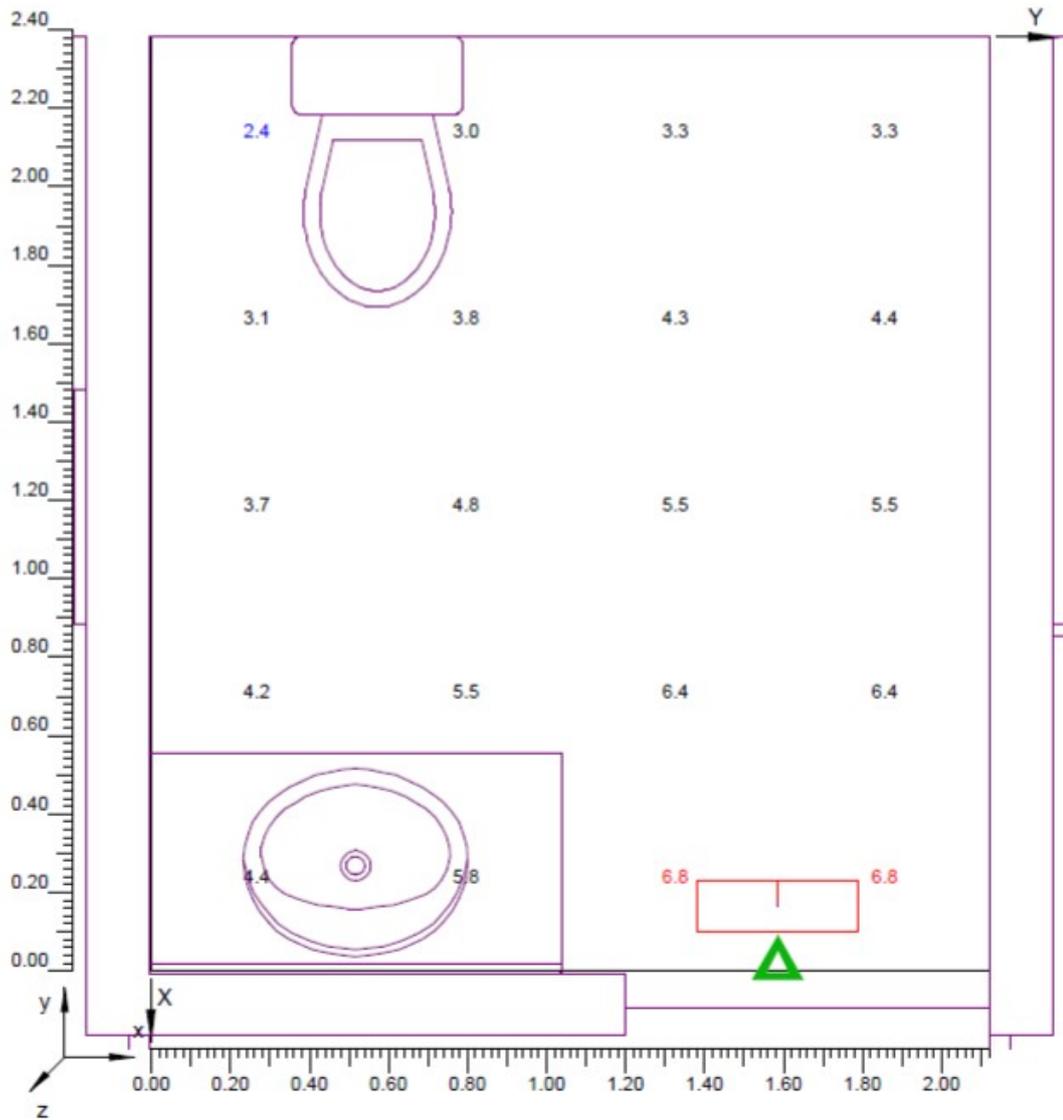


(Fig. 72. Disposición de emergencia y iluminancia media: Aseo 5)

Ref.Lamp.	Tipo	Código	Flujo lm	Potencia W	Color K	N.
LMP-A	FDH	8W 61831	240	8	1	1

(Fig. 73. Información de Lámparas: Aseo 5)

### 4.6.12 Aseo 6

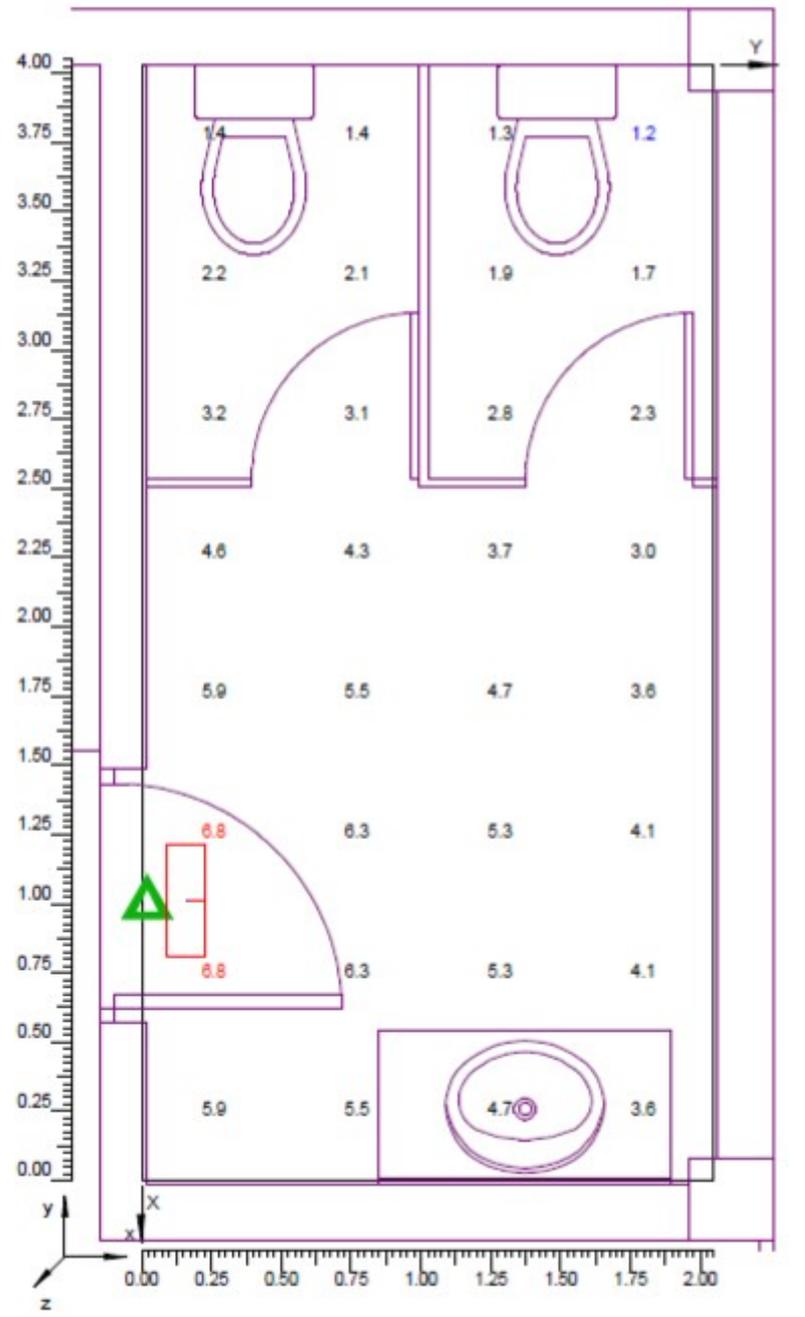


(Fig. 74. Disposición de emergencia y iluminancia media: Aseo 6)

Ref.Lamp.	Tipo	Código	Flujo lm	Potencia W	Color K	N.
LMP-A	FDH	8W 61831	240	8	1	1

(Fig. 75. Información de Lámparas: Aseo 6)

### 4.6.13 Aseo 7

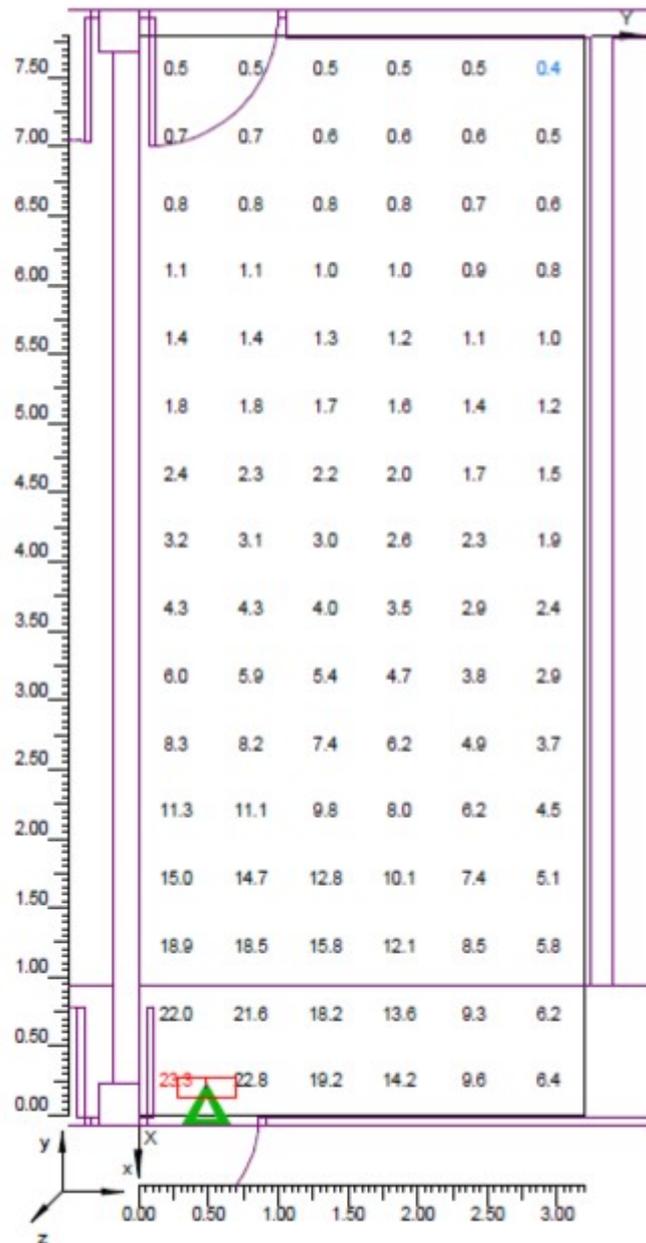


(Fig. 76. Disposición de emergencia y iluminancia media: Aseo 7)

Ref.Lamp.	Tipo	Código	Flujo lm	Potencia W	Color K	N.
LMP-A	FDH	8W 61831	240	8	1	1

(Fig. 77. Información de Lámparas: Aseo 7)

### 4.6.14 Comedor

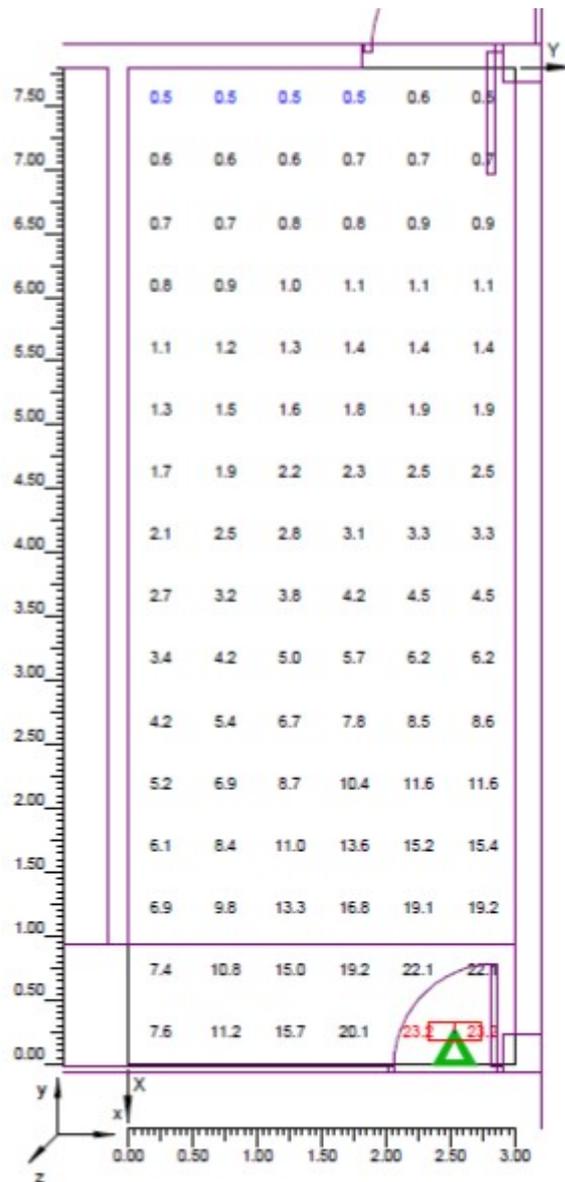


(Fig. 78. Disposición de emergencia y iluminancia media: Comedor)

Ref.Lamp.	Tipo	Código	Flujo lm	Potencia W	Color K	N.
LMP-A	FDH	11W 61833	750	11	1	1

(Fig. 79. Información de Lámparas: Comedor)

### 4.6.15 Aula Pc

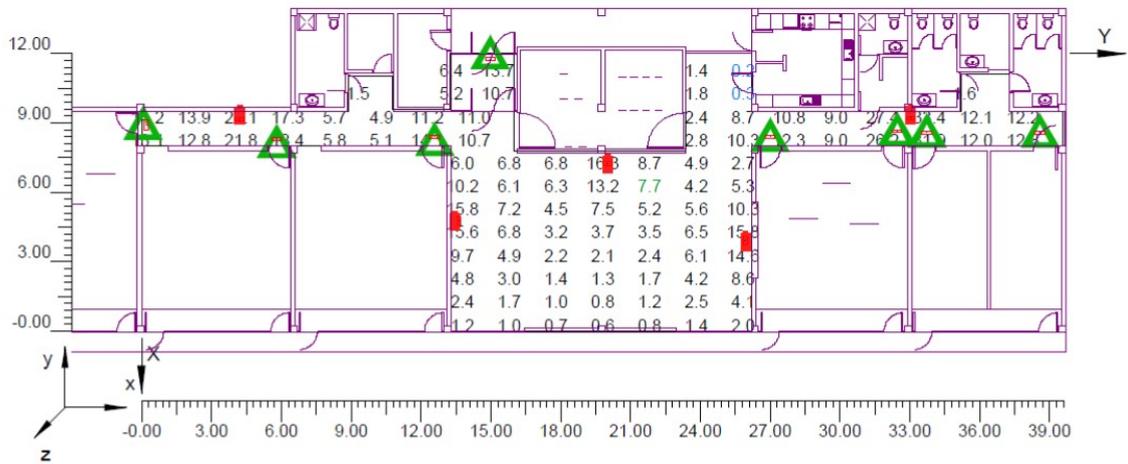


(Fig. 80. Disposición de emergencia y iluminancia media: Aula PC)

Ref.Lamp.	Tipo	Código	Flujo lm	Potencia W	Color K	N.
LMP-A	FDH	11W 61833	750	11	1	1

(Fig. 81. Información de Lámparas: Aula PC)

#### 4.6.16 Pasillos



(Fig. 82. Disposición de emergencia y iluminancia media: Pasillo)

Ref.Lamp.	Tipo	Código	Flujo lm	Potencia W	Color K	N.
LMP-A	FDH	8W 61832	450	8	1	8
LMP-B	FDH	8W 61733	345	8	1	5

(Fig. 83. Información de Lámparas: Pasillo)



# 5. INSTALACIONES ELÉCTRICAS



## **5.1 Objeto del anexo**

En la escuela rural infantil objeto del presente trabajo demanda una serie de cantidad de energía eléctrica. Se consideran el servicio de fuerza que se prevé que será necesario en cada zona de la escuela rural y los consumos de alumbrado necesarios para el trabajo en el interior del recinto. Por ello es necesario desarrollar un proyecto de la instalación eléctrica de esta escuela infantil donde se calculen sus parámetros y se reflejen sus características a fin de dimensionar correctamente cada elemento, y que el conjunto de la instalación, una vez realizada, sea lo más eficiente y económica posible. También tendremos en consideración que es una instalación donde su fuente de alimentación es la energía solar.

## **5.2. Consideraciones generales**

La instalación se realizará mediante placas solares y será autosuficiente siendo el consumo en baja tensión (B.T.), se realizará a 400 V de tensión compuesta y se distribuirá por medio de 3 fases y un conductor de neutro.

La instalación será realizada por un Instalador Autorizado y en posesión del Certificado de Instalador Electricista, expedido por la Delegación Provincial de Industria y Energía, ateniéndose en todo momento al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión del Ministerio de Industria y las normas establecidas por la empresa suministradora.

## **5.3 Clasificación del local.**

De acuerdo con la instrucción ITC-BT-28 (Instrucción Técnica Complementaria de Baja Tensión), se considerará como local de pública concurrencia.

## 5.4 Potencias generales

ID.	CONCEPTO	Pot. Inst. (W)	Pot. Cálculo (W) Sin Cs	Coef. Simul.	Pot. Cálculo TOTAL (W)
LA	Línea de alimentación	26330,00	26367,50	0,8	21094
L1	T.C.Baños 1,2 y Aula 1	3450,00	3450,00	1	3450
L2	T.C.Aula 2 y 3	3450,00	3450,00	1	3450
L3	T.C Cuartos de Mantenimiento,Baño 3 y despachos	3450,00	3450,00	1	3450
L4	T.C Cocina	3450,00	3450,00	1	3450
L5	T.C Pasillo	3450,00	3450,00	1	3450
L6	T.C Aula 4 y Comedor	3450,00	3450,00	1	3450
L7	T.C Sala de pc y baños	3450,00	3450,00	1	3450
L8	Alumbrado Baños 1,2 y Aula 1	204,50	204,50	1	204,5
L9	Alumbrado Aula 2 y 3	344,00	344,00	1	344
L10	Alumbrado Cuartos de Mantenimiento,Baño 3 y despachos	176,50	176,50	1	176,5
L11	Alumbrado Cocina y pasillo	458,00	458,00	1	458
L12	Alumbrado Aula 4 y Comedor	286,00	286,00	1	286
L13	Alumbrado Sala de pc y baños 4, 5, 6 y 7	270,00	270,00	1	270
L14	Emergencias	291,00	291,00	1	291
L15	Bomba de agua	150,00	187,50	1	187,5

(Fig. 83. Tabla de potencias generales)

## 5.5 POTENCIAS INDIVIDUALES

Para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que forman parte de una instalación, se procurara que ella quede repartida entre sus fases o conductores polares

### 5.5.1 Tomas de corriente

#### 5.5.1.1 T.C Aseos 1 ,2 y aula 1

ID	CONCEPTO	Ud.	P.Unit	Unidad	Rend.	P.Total. Instal. (W)	Tipo de Carga	Coef. Carga	P.Total. Cálculo (W)
L1	T.C.Baños 1,2 y Aula 1	1	3450,00	W		3450,00	B	1,00	3450,00
						3450,00			3450,00

(Fig. 84. Potencias individuales: Aseos 1 ,2 y aula 1)

### 5.5.1.2 T.C Aulas 2 y 3

Concepto: T.C.Aula 2 y 3

ID	CONCEPTO	Ud.	P.Unit	Unidad	Rend.	P.Total. Instal. (W)	Tipo de Carga	Coef. Carga	P.Total. Cálculo (W)
L2		1	3450,00	W		3450,00	B	1,00	3450,00
						3450,00			3450,00

(Fig. 85. Potencias individuales: Aulas 2 y 3)

### 5.5.1.3 T.C de Almacenes 1 y 2, Aseo 3 y Despachos

Concepto: T.C Cuartos de Mantenimiento, Baño 3 y despachos

ID	CONCEPTO	Ud.	P.Unit	Unidad	Rend.	P.Total. Instal. (W)	Tipo de Carga	Coef. Carga	P.Total. Cálculo (W)
L3		1	3450,00	W		3450,00	B	1,00	3450,00
						3450,00			3450,00

(Fig. 86. Potencias individuales: Almacenes 1, 2, Aseo 3 y Despachos)

### 5.5.1.4 T.C Cocina

Concepto: T.C Cocina

ID	CONCEPTO	Ud.	P.Unit	Unidad	Rend.	P.Total. Instal. (W)	Tipo de Carga	Coef. Carga	P.Total. Cálculo (W)
L4		1	3450,00	W		3450,00	B	1,00	3450,00
						3450,00			3450,00

(Fig. 87. Potencias individuales: Cocina)

### 5.5.1.5 T.C Pasillo

Concepto: T.C Pasillo

ID	CONCEPTO	Ud.	P.Unit	Unidad	Rend.	P.Total. Instal. (W)	Tipo de Carga	Coef. Carga	P.Total. Cálculo (W)
L5		1	3450,00	W		3450,00	B	1,00	3450,00
						3450,00			3450,00

(Fig. 88. Potencias individuales: Pasillo)

### 5.5.1.6 T.C Aula 4 y Comedor

Concepto: T.C Aula 4 y Comedor

ID	CONCEPTO	Ud.	P.Unit	Unidad	Rend.	P.Total. Instal. (W)	Tipo de Carga	Coef. Carga	P.Total. Cálculo (W)
L6		1	3450,00	W		3450,00	B	1,00	3450,00
						3450,00			3450,00

(Fig. 89. Potencias individuales: Aula 4 y Comedor)

### 5.5.1.7 T.C Aula Pc y Aseo 4,5,6 y 7

Concepto: T.C Sala de pc y baños

ID	CONCEPTO	Ud.	P.Unit	Unidad	Rend.	P.Total. Instal. (W)	Tipo de Carga	Coef. Carga	P.Total. Cálculo (W)
L7		1	3450,00	W		3450,00	B	1,00	3450,00
						3450,00			3450,00

(Fig. 90. Potencias individuales:Aula PC y Aseos 4,5,6 y 7)

## 5.5.2 Alumbrado

### 5.5.2.1 Alumbrado Aseo 1,2 y aula

Concepto: Alumbrado Baños 1,2 y Aula 1

ID	CONCEPTO	Ud.	P.Unit	Unidad	Rend.	P.Total. Instal. (W)	Tipo de Carga	Coef. Carga	P.Total. Cálculo (W)
L8	Aula 1	4	43,00	W		172,00	B	1,00	172,00
	Baño1	7	2,50	W		17,50	B	1,00	17,50
	Baño 2	6	2,50	W		15,00	B	1,00	15,00
						204,50			204,50

(Fig. 91. Potencias individuales: Aseo 1, 2 y Aula 1)

### 5.5.2.2 Alumbrado Aula 2 y 3

Concepto: Alumbrado Aula 2 y 3

ID	CONCEPTO	Ud.	P.Unit	Unidad	Rend.	P.Total. Instal. (W)	Tipo de Carga	Coef. Carga	P.Total. Cálculo (W)
L9	Aula 2	4	43,00	W		172,00	B	1,00	172,00
	Aula 3	4	43,00	W		172,00	B	1,00	172,00
						344,00			344,00

(Fig. 92. Potencias individuales: Aula 2 y 3)

### 5.5.2.3 Alumbrado de Almacenes 1 y 2, Aseo 3 y Despachos

Concepto: Alumbrado Cuartos de Mantenimiento, Baño 3 y despachos

ID	CONCEPTO	Ud.	P.Unit	Unidad	Rend.	P.Total. Instal. (W)	Tipo de Carga	Coef. Carga	P.Total. Cálculo (W)
L10	Cuarto de mantenimiento 1 y 2	10	2,50	W		25,00	B	1,00	25,00
	Baño 3	9	2,50	W		22,50	B	1,00	22,50
	Despachos	3	43,00	W		129,00	B	1,00	129,00
						176,50			176,50

(Fig. 93. Potencias individuales: Almacenes 1 y 2, Aseo 3 y Despachos)

### 5.5.2.4 Alumbrado Cocina y pasillo

Concepto: Alumbrado Cocina y pasillo

ID	CONCEPTO	Ud.	P.Unit	Unidad	Rend.	P.Total. Instal. (W)	Tipo de Carga	Coef. Carga	P.Total. Cálculo (W)
L11	Cocina	6	19,00	W		114,00	B	1,00	114,00
	Pasillo	8	43,00	W		344,00	B	1,00	344,00
						458,00			458,00

(Fig. 94. Potencias individuales: Cocina y Pasillo)

### 5.5.2.5 Alumbrado Aula 4 y Comedor

Concepto: Alumbrado Aula 4 y Comedor

ID	CONCEPTO	Ud.	P.Unit	Unidad	Rend.	P.Total. Instal. (W)	Tipo de Carga	Coef. Carga	P.Total. Cálculo (W)
L12	Aula 4	4	43,00	W		172,00	B	1,00	172,00
	Comedor	6	19,00	W		114,00	B	1,00	114,00
						286,00			286,00

(Fig. 95. Potencias individuales: Aula 4 y Comedor)

### 5.5.2.6 Alumbrado Aula PC y Aseos 4,5,6 y 7

Concepto: Alumbrado Sala de pc y baños 4, 5, 6 y 7

ID	CONCEPTO	Ud.	P.Unit	Unidad	Rend.	P.Total. Instal. (W)	Tipo de Carga	Coef. Carga	P.Total. Cálculo (W)
L12	Sala de PC	4	43,00	W		172,00	B	1,00	172,00
	Baños 5 y 7	18	2,50	W		45,00	B	1,00	45,00
	Baño 6	6	2,50	W		15,00	B	1,00	15,00
	Baño 4	2	19,00	W		38,00	B	1,00	38,00
						270,00			270,00

(Fig. 96. Potencias individuales: Aula PC y Aseos 4,5,6 y 7)

### 5.5.2.7 Alumbrado de emergencia

Concepto: Emergencias

ID	CONCEPTO	Ud.	P.Unit	Unidad	Rend.	P.Total. Instal. (W)	Tipo de Carga	Coef. Carga	P.Total. Cálculo (W)
L14	NT / 240 Lum	28	8,00	W		224,00	B	1,00	224,00
	NT / 420 Lum	5	11,00	W		55,00	B	1,00	55,00
	B44 L.V.S./ 165 Lum	2	6,00	W		12,00	B	1,00	12,00
						291,00			291,00

(Fig. 97. Potencias individuales: Aula PC y Aseos 4,5,6 y 7)

### 5.5.3 Bomba de agua

Concepto: Bomba de agua

ID	CONCEPTO	Ud.	P.Unit	Unidad	Rend.	P.Total. Instal. (W)	Tipo de Carga	Coef. Carga	P.Total. Cálculo (W)
L15		1	150,00	W		150,00	B	1,25	187,50
						150,00			187,50

(Fig. 98. Potencias individuales: Bomba de agua)

## 5.6 CALCULO DE SECCIONES

Para ello tenemos en cuenta la ITC-BT 19. Hemos elegido para nuestra instalación cable de PVC aislados en tubos en montaje superficial o montado en obra(B) el material elegido para nuestros cables será Cobre.

			3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
<b>A</b>		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes											
<b>A2</b>		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
<b>B</b>		Conductores aislados en tubos <sup>2)</sup> en montaje superficial o empotrados en obra				3x PVC	2x PVC			3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
<b>B2</b>		Cables multiconductores en tubos <sup>2)</sup> en montaje superficial o empotrados en obra		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR			2x XLPE o EPR			
<b>C</b>		Cables multiconductores directamente sobre la pared <sup>1)</sup>				3x PVC	2x PVC			3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
<b>E</b>		Cables multiconductores al aire libre <sup>2)</sup> . Distancia a la pared no inferior a 0.3D <sup>3)</sup>					3x PVC			2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR	
<b>F</b>		Cables unipolares en contacto mutuo <sup>4)</sup> . Distancia a la pared no inferior a D <sup>5)</sup>						3x PVC				3x XLPE o EPR <sup>1)</sup>	
<b>G</b>		Cables unipolares separados mínimo D <sup>5)</sup>									3x PVC <sup>1)</sup>	3x XLPE o EPR	
		mm <sup>2</sup>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Cobre</b>		1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	-	18	21	24	-
		2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	-	25	29	33	-
		4	20	21	23	24	27	30	-	34	38	45	-
		6	25	27	30	32	36	37	-	44	49	57	-
		10	34	37	40	44	50	52	-	60	68	76	-
		16	45	49	54	59	66	70	-	80	91	105	-
		25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166
		35		77	86	96	104	110	119	131	144	154	206
		50		94	103	117	125	133	145	159	175	188	250
		70				149	160	171	188	202	224	244	321
		95				180	194	207	230	245	271	296	391
		120				208	225	240	267	284	314	348	455
		150				236	260	278	310	338	363	404	525
		185				268	297	317	354	386	415	464	601
	240				315	350	374	419	455	490	552	711	
	300				360	404	423	484	524	565	640	821	

(Fig. 99. Calculo de selecciones: Cobre)

Suponemos un  $\cos \varphi$  de 0.95 para todas lamparas LED por que aunque el fabricante nos indica que es 1, suponemos que por el equipo bajara un poco, la tensión entre Fase y Neutro será de 230 establecida por el RBT.

## 5.6.1 Cálculo de secciones por calentamiento

### Cálculo de secciones por Calentamiento

ID.	CONCEPTO	Pot. Cál. (W)	cos $\varphi$	Tensión (V)	Iz (Tabla UNE) (A)	Fac. Corr	Iz (A)	Int. Cál (A)
LA	Línea de alimentación	21094,00	0,80	400	44	1	44,00	38,06
L1	T.C.Baños 1,2 y Aula 1	3450,00	0,85	230	21	1	21,00	17,65
L2	T.C.Aula 2 y 3	3450,00	0,85	230	21	1	21,00	17,65
L3	T.C Cuartos de Mantenimiento, Baño 3 y despachos	3450,00	0,85	230	21	1	21,00	17,65
L4	T.C Cocina	3450,00	0,85	230	21	1	21,00	17,65
L5	T.C Pasillo	3450,00	0,85	230	21	1	21,00	17,65
L6	T.C Aula 4 y Comedor	3450,00	0,85	230	21	1	21,00	17,65
L7	T.C Sala de pc y baños	3450,00	0,85	230	21	1	21,00	17,65
L8	Alumbrado Baños 1,2 y Aula 1	204,50	0,95	230	15	1	15,00	0,94
L9	Alumbrado Aula 2 y 3	344,00	0,95	230	15	1	15,00	1,57
L10	Alumbrado Cuartos de Mantenimiento, Baño 3 y despacho	176,50	0,95	230	15	1	15,00	0,81
L11	Alumbrado Cocina y pasillo	458,00	0,95	230	15	1	15,00	2,10
L12	Alumbrado Aula 4 y Comedor	286,00	0,95	230	15	1	15,00	1,31
L13	Alumbrado Sala de pc y baños 4, 5, 6 y 7	270,00	0,95	230	15	1	15,00	1,24
L14	Emergencias	291,00	0,85	230	15	1	15,00	1,49
L15	Bomba de agua	187,50	0,85	230	15	1	15,00	0,96

(Fig. 100. Cálculo de selecciones: Calentamiento)

## 5.6.2 Cálculo de secciones por caída de tensión

La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier otro punto de utilización sea menor al 3% de la tensión nominal en alumbrado y al 5% para los demás usos.

Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles a funcionar simultáneamente. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la instalación interior y las derivaciones individuales de forma que la caída de tensión sea inferior a la suma de los valores límites especificados por ambas, según el esquema utilizado.

### Cálculo de secciones por Caída de tensión (Válido para $S < 120 \text{ mm}^2$ )

ID.	CONCEPTO	Sección (mm <sup>2</sup> )	Pot. Cál. (W)	Longitud (m)	Tensión (V)	Conduct.	%V parcial	%V acumulada
LA	Línea de alimentación	16	21094,00	15,00	400	56	0,22	0,22
L1	T.C.Baños 1,2 y Aula 1	2,5	3450,00	32,00	230	56	2,98	2,98
L2	T.C.Aula 2 y 3	2,5	3450,00	19,90	230	56	1,85	1,85
L3	T.C Cuartos de Mantenimiento, Baño 3 y despachos	2,5	3450,00	13,70	230	56	1,28	1,28
L4	T.C Cocina	2,5	3450,00	17,30	230	56	1,61	1,61
L5	T.C Pasillo	2,5	3450,00	23,20	230	56	2,16	2,16
L6	T.C Aula 4 y Comedor	2,5	3450,00	29,00	230	56	2,70	2,70
L7	T.C Sala de pc y baños	2,5	3450,00	31,00	230	56	2,89	2,89
L8	Alumbrado Baños 1,2 y Aula 1	1,5	204,50	31,20	230	56	0,29	0,29
L9	Alumbrado Aula 2 y 3	1,5	344,00	24,00	230	56	0,37	0,37
L10	Alumbrado Cuartos de Mantenimiento, Baño 3 y despachos	1,5	176,50	13,70	230	56	0,11	0,11
L11	Alumbrado Cocina y pasillo	1,5	458,00	22,60	230	56	0,47	0,47
L12	Alumbrado Aula 4 y Comedor	1,5	286,00	28,80	230	56	0,37	0,37
L13	Alumbrado Sala de pc y baños 4, 5, 6 y 7	1,5	270,00	32,20	230	56	0,39	0,39
L14	Emergencias	1,5	291,00	32,40	230	56	0,42	0,42
L15	Bomba de agua	1,5	187,50	10,00	230	56	0,08	0,08

(Fig. 101. Cálculo de selecciones: Caída de tensión)

## 5.7 CALCULO DE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

Calculo de la "R" y de "X" según la sección de conductor la siguiente tabla es para conductor de cobre.

Sección mm <sup>2</sup>	Resistencia (mohm/m)			Reactancia (mohm/m)
	20°C	70°C PVC	90°C EPR/XLPE	
1,5	12,34	14,81	15,80	-
2,5	7,40	8,88	9,48	-
4	4,63	5,55	5,92	-
6	3,09	3,70	3,95	-
10	1,85	2,22	2,37	-
16	1,16	1,39	1,48	-
25	0,74	0,89	0,95	-
35	0,53	0,63	0,68	-
50	0,37	0,44	0,47	-
70	0,26	0,32	0,34	-
95	0,19	0,23	0,25	-
120	0,15	0,19	0,20	-
150	0,12	0,15	0,16	0,02
185	0,10	0,12	0,13	0,02
240	0,08	0,09	0,10	0,02

(Fig. 102. Calculo Corrientes de Cortocircuito: "R" y "X")

Cálculo de corrientes de cortocircuito desde el transformador

LÍNEA DE ALIMENTACIÓN

Icc Máxima (20°)			Fase						Neutro					
Denominación	L (m)	Tipo	Ru (mOhm/m)	Xu (mOhm/m)	R (mOhm)	X (mOhm)	Rcc (mOhm)	Xcc (mOhm)	Ru (mOhm/m)	Xu (mOhm/m)	R (mOhm)	X (mOhm)	Rcc (mOhm)	Xcc (mOhm)
LA	15	4	1,18	0	17,4	0,000	17,400	0,000	1,18	0	17,4	0,000	17,400	0,000

Icc Mínima (70° - 90°)			Fase						Neutro					
Denominación	L (m)	Tipo	Ru (mOhm/m)	Xu (mOhm/m)	R (mOhm)	X (mOhm)	Rcc (mOhm)	Xcc (mOhm)	Ru (mOhm/m)	Xu (mOhm/m)	R (mOhm)	X (mOhm)	Rcc (mOhm)	Xcc (mOhm)
LA	15	4	1,39	0	20,85	0,000	20,850	0,000	1,48	0	22,2	0,000	22,200	0,000

(Fig. 103. Cálculo de corrientes de cortocircuito: Línea de Alimentación)

### Cuadro General de Distribución o Protección

Fase	
Rcc (Anterior):	17,400
Xcc (Anterior):	0,000

Neutro	
Rcc (Anterior):	17,400
Xcc (Anterior):	0,000

Icc Máxima (20°)		Fase								Neutro						Icc
Denominación	L (m)	Tipo	Ru (mOhm/m)	Xu (mOhm/m)	R (mOhm)	X (mOhm)	Rcc (mOhm)	Xcc (mOhm)	Ru (mOhm/m)	Xu (mOhm/m)	R (mOhm)	X (mOhm)	Rcc (mOhm)	Xcc (mOhm)	IccMáx (A)	
L1	32	2	7,4	0	238,8	0,000	284,200	0,000	12,34	0	394,88	0,000	412,280	0,000	6609	
L2	19,9	2	7,4	0	147,20	0,000	184,880	0,000	12,34	0	245,568	0,000	262,988	0,000	6609	
L3	13,7	2	7,4	0	101,38	0,000	118,780	0,000	12,34	0	169,058	0,000	186,458	0,000	6609	
L4	17,3	2	7,4	0	128,02	0,000	145,420	0,000	7,4	0	128,02	0,000	145,420	0,000	6609	
L5	23,2	2	7,4	0	171,88	0,000	189,080	0,000	1,85	0	42,92	0,000	80,320	0,000	6609	
L6	29	2	7,4	0	214,8	0,000	232,000	0,000	4,83	0	134,27	0,000	151,870	0,000	6609	
L7	33	2	7,4	0	244,2	0,000	261,800	0,000	4,83	0	152,79	0,000	170,190	0,000	6609	
L8	31,2	2	12,34	0	385,008	0,000	402,408	0,000	4,83	0	144,458	0,000	161,858	0,000	6609	
L9	24	2	12,34	0	298,16	0,000	313,560	0,000	4,83	0	111,12	0,000	128,520	0,000	6609	
L10	13,7	2	12,34	0	189,058	0,000	188,458	0,000	4,83	0	63,431	0,000	80,831	0,000	6609	
L11	22,8	2	12,34	0	278,884	0,000	298,284	0,000	4,83	0	104,838	0,000	122,038	0,000	6609	
L12	28,8	2	12,34	0	355,392	0,000	372,792	0,000	4,83	0	133,344	0,000	150,744	0,000	6609	
L13	32,2	2	12,34	0	397,348	0,000	414,748	0,000	4,83	0	149,088	0,000	166,488	0,000	6609	
L14	32,4	2	12,34	0	399,816	0,000	417,216	0,000	4,83	0	150,012	0,000	167,412	0,000	6609	
L15	10	2	12,34	0	123,4	0,000	140,800	0,000	4,83	0	46,3	0,000	63,700	0,000	6609	

(Fig. 104. Cálculo de corrientes de cortocircuito: Cuadro general de distribución o protección)



Fase	
Rcc (Anterior):	20.650
Xcc (Anterior):	0.000

Neutro	
Rcc (Anterior):	22.200
Xcc (Anterior):	0.000

Icc Mínima (70° - 90°)			Fase						Neutro						Icc
Denominación	L (m)	Tipo	Ru (mOhm/m)	Xu (mOhm/m)	R (mOhm)	X (mOhm)	Rcc (mOhm)	Xcc (mOhm)	Ru (mOhm/m)	Xu (mOhm/m)	R (mOhm)	X (mOhm)	Rcc (mOhm)	Xcc (mOhm)	IccMin (A)
L1	32	2	8,88	0	284,18	0,000	305,010	0,000	14,81	0	473,92	0,000	498,120	0,000	287
L2	19,9	2	8,88	0	178,712	0,000	197,582	0,000	14,81	0	294,719	0,000	316,919	0,000	447
L3	13,7	2	8,88	0	121,656	0,000	142,508	0,000	14,81	0	202,897	0,000	225,097	0,000	626
L4	17,3	2	8,88	0	153,824	0,000	174,474	0,000	8,88	0	183,824	0,000	178,824	0,000	657
L5	23,2	2	8,88	0	208,018	0,000	228,888	0,000	2,22	0	51,504	0,000	73,704	0,000	765
L6	26	2	8,88	0	257,52	0,000	278,370	0,000	5,55	0	160,95	0,000	183,150	0,000	498
L7	33	2	8,88	0	293,04	0,000	313,890	0,000	5,55	0	183,15	0,000	205,350	0,000	443
L8	31,2	2	14,81	0	482,072	0,000	482,922	0,000	5,55	0	173,18	0,000	195,380	0,000	339
L9	24	2	14,81	0	355,44	0,000	376,290	0,000	5,55	0	133,2	0,000	155,400	0,000	433
L10	13,7	2	14,81	0	202,897	0,000	223,747	0,000	5,55	0	78,035	0,000	98,235	0,000	714
L11	22,8	2	14,81	0	334,708	0,000	355,558	0,000	5,55	0	125,43	0,000	147,630	0,000	457
L12	28,8	2	14,81	0	428,528	0,000	447,378	0,000	5,55	0	159,84	0,000	182,040	0,000	365
L13	32,2	2	14,81	0	478,882	0,000	497,732	0,000	5,55	0	178,71	0,000	200,910	0,000	329
L14	32,4	2	14,81	0	479,844	0,000	500,694	0,000	5,55	0	179,82	0,000	202,020	0,000	327
L15	10	2	14,81	0	148,1	0,000	168,950	0,000	5,55	0	55,5	0,000	77,700	0,000	832

(Fig. 104. Cálculo de corrientes de cortocircuito: Cuadro general de distribución o protección)

## 5.8 CALCULO DE MAGNETOTÉRMICOS

Protección mediante INTERRUPTORES MAGNETOTÉRMICOS										
ID	Denominación	Nº Polos	Ib (A)	In (A)	Iz (A)	Iccmáx (A)	Iccmin (A)	P.corte (A)	Irm (A)	Tipo Curva
IMG	Automático general	4	38,06	40	44,00	6609,20	287,00	6000	400	C
L1	T.C.Baños 1,2 y Aula 1	2	17,65	20	21,00	6609,20	287,09	6000	200	C
L2	T.C.Aula 2 y 3	2	17,65	20	21,00	6609,20	447,05	6000	200	C
L3	T.C Cuartos de Mantenimiento, Baño	2	17,65	20	21,00	6609,20	625,67	6000	200	C
L4	T.C Cocina	2	17,65	20	21,00	6609,20	656,58	6000	200	C
L5	T.C Pasillo	2	17,65	20	21,00	6609,20	765,21	6000	200	C
L6	T.C Aula 4 y Comedor	2	17,65	20	21,00	6609,20	498,35	6000	200	C
L7	T.C Sala de pc y baños	2	17,65	20	21,00	6609,20	442,96	6000	200	C
L8	Alumbrado Baños 1,2 y Aula 1	2	0,94	10	15,00	6609,20	339,09	6000	100	C
L9	Alumbrado Aula 2 y 3	2	1,57	10	15,00	6609,20	432,58	6000	100	C
L10	Alumbrado Cuartos de Mantenimiento	2	0,81	10	15,00	6609,20	714,33	6000	100	C
L11	Alumbrado Cocina y pasillo	2	2,10	10	15,00	6609,20	457,09	6000	100	C
L12	Alumbrado Aula 4 y Comedor	2	1,31	10	15,00	6609,20	365,42	6000	100	C
L13	Alumbrado Sala de pc y baños 4, 5, 6	2	1,24	10	15,00	6609,20	329,21	6000	100	C
L14	Emergencias	2	1,49	10	15,00	6609,20	327,30	6000	100	C
L15	Bomba de agua	2	0,96	10	15,00	6609,20	932,50	6000	100	D

(Fig. 105. Calculo de Magnetotérmicos: Protección mediante interruptores)

## 5.9 CALCULO DE DIFERENCIALES

### Protección contra contactos indirectos

DIFERENCIALES							
ID	Denominación	Ib (A)	In (A)	Sensib. (mA)	Nº Polos	Clase	Tipo Disparo
L1	T.C.Baños 1,2 y Aula 1	17,65	25	30,00	2P	AC	Inst.
L2	T.C.Aula 2 y 3	17,65	25	30,00	2P	AC	Inst.
L3	T.C Cuartos de Mantenimiento, Baño	17,65	25	30,00	2P	AC	Inst.
L4	T.C Cocina	17,65	25	30,00	2P	AC	Inst.
L5	T.C Pasillo	17,65	25	30,00	2P	AC	Ret.
L6	T.C Aula 4 y Comedor	17,65	25	30,00	2P	AC	Inst.
L7	T.C Sala de pc y baños	17,65	25	30,00	2P	AC	Inst.
L8	Alumbrado Baños 1,2 y Aula 1	0,94	25	30,00	2P	AC	Inst.
L9	Alumbrado Aula 2 y 3	1,57	25	30,00	2P	AC	Inst.
L10	Alumbrado Cuartos de Mantenimiento	0,81	25	30,00	2P	AC	Inst.
L11	Alumbrado Cocina y pasillo	2,10	25	30,00	2P	AC	Inst.
L12	Alumbrado Aula 4 y Comedor	1,31	25	30,00	2P	AC	Inst.
L13	Alumbrado Sala de pc y baños 4, 5, 6	1,24	25	30,00	2P	AC	Inst.
L14	Emergencias	1,49	25	30,00	2P	AC	Inst.
L15	Bomba de agua	0,96	25	30,00	2P	AC	Inst.

(Fig. 105. Calculo de diferenciales: Protección contra contactos indirectos)



# 6. INSTALACIONES GENERADORAS

## 6.1 OBJETO DEL ANEXO

En este apartado del proyecto se diseñan los distintos elementos del sistema de solar fotovoltaico para cubrir la demanda energética del colegio.

## 6.2. ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

Para poder diseñar el sistema solar fotovoltaico, se necesitará previamente estudiar la demanda energética del colegio.

La demanda energética del colegio se calculará a partir de la potencia instalada.

La potencia de la instalación se dividirá en el alumbrado y la resta de aparatos eléctricos o electrodomésticos. Al tratarse de un colegio aislado de la red, se procura que la eficiencia de las cargas sea lo más elevada posible mientras que el consumo sea el menor posible.

Primero se analizará la demanda energética debida al consumo de las luminarias de la instalación del colegio.

### ILUMINACION

Espacio	Horas	Potencia (W)	KW*h
Aseo 1	1,5	17,5	0,02625
Aseo 2	1,5	15	0,0225
Clase 1	5	172	0,86
Clase 2	5	172	0,86
Clase 3	5	172	0,86
Aseo 3	1,5	22,5	0,03375
Almacén 1 y 2	0,5	25	0,0125
Despachos	12	129	1,548
Pasillo	12	344	4,128
Cocina	4,5	114	0,513
Aseo 4	1,5	36	0,054
Clase 4	5	172	0,86
Comedor	2	114	0,228
Aseo 5	1,5	22,5	0,03375
Aseo 6	1,5	15	0,0225
Aseo 7	1,5	22,5	0,03375
Sala Pc	5	172	0,86
<b>TOTAL KW*h</b>			<b>10,956</b>

(Fig. 106. Consumo de luminarias de la instalación)

Como se puede ver el total de demanda energética diaria debida al consumo de las luminarias Del colegio es de 10956 W·h al día.

A continuación, se analizará, en la figura 107, la demanda energética debida al consumo de los aparatos eléctricos de la instalación del colegio.

### CARGAS

Tipo	Horas	Potencia (W)	N aparatos	KW*h
Aspiradora	1,5	675	1	1,0125
Pizarra digital	5	375	1	1,875
P.C	5	65	13	4,225
Microondas	0,5	640	1	0,32
Nevera	24	179	1	4,296
Router	24	10	1	0,24
Fotocopiadora	1,5	600	1	0,9
T.V	1,5	25	1	0,0375
bomba	1,5	187,5	1	0,28125
<b>TOTAL KW*h</b>				<b>13,18725</b>

(Fig. 107. Demanda energética debido al consumo: Cargas)

Como se puede ver el total de demanda energética diaria debida al consumo de los aparatos eléctricos del colegio es de 13187 W·h al día.

Por lo tanto, sumando los totales de los consumos energéticos de las luminarias y de los aparatos eléctricos, se obtiene el total del consumo eléctrico del colegio que será:

$$10956 + 13187 = 24143 \text{ W}\cdot\text{h.}$$

Según el programa online “calculation solar” para el cálculo del rendimiento se han utilizado los siguientes parámetros:

<b>Coefficiente perdidas en batería</b>	<b>5 %</b>
<b>Coefficiente autodescarga batería</b>	<b>0.5 %</b>
<b>Profundidad de descarga batería</b>	<b>60 %</b>
<b>Coefficiente perdidas conversión DC/AC</b>	<b>6 %</b>
<b>Coefficiente perdidas cableado</b>	<b>5 %</b>
<b>Autonomía del sistema</b>	<b>3 d</b>
<b>Rendimiento General</b>	<b>81.9 %</b>

(Fig. 108. Calculo del rendimiento: “Calculation solar”)

Lo que proporciona los siguientes datos de energía.

**TOTAL ENERGÍA REAL DIARIA (WH/DÍA) =29478.63**

Según los meses del año:

	Ene	Feb	Mar	Abl	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
% mes	100 %	100 %	100 %	80 %	100 %	70 %	20 %	0 %	100 %	100 %	100 %	70 %
Consumos (W)	29479	29479	29479	23583	29479	20635	5896	0	29479	29479	29479	20635

(Fig. 109. Energía real según los meses del año)

## 6.3 PARTES DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

En este apartado se darán a conocer las partes del sistema de suministro eléctrico del campo fotovoltaico, así como las piezas elegidas de los diferentes fabricantes.

### 6.3.1 Captadores solares

El sistema de captación solar fotovoltaica utilizado en el presente proyecto consta de 30 captadores solares fotovoltaicos de la marca ATERSA modelo A250P GSE de 250 W.



**+ UltraTolerancia positiva**

Positiva 0 /+5 Wp

**+ UltraCalidad**

Anti Hot-Spot

**+ UltraGarantía**

10 años de garantía de producto

**+ UltraFiabilidad**

En el mercado desde 1979

**+ UltraResistencia**

Cristal templado de 3.2 mm

**+ UltraTES**

Verificación eléctrica célula a célula

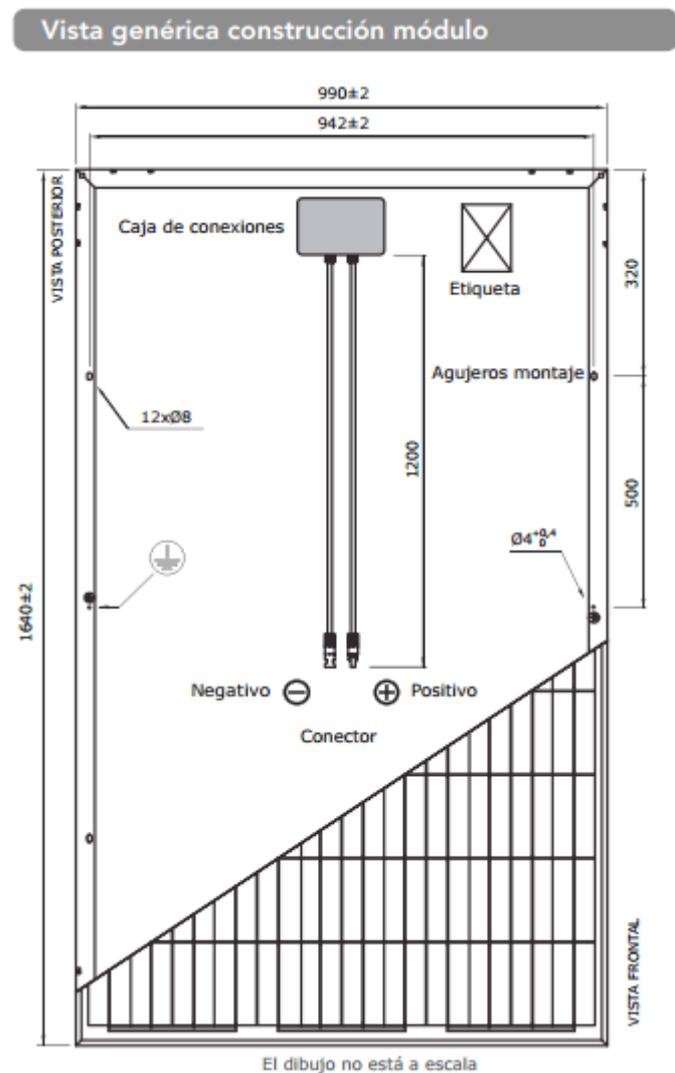
(Fig. 110. Captadores solares: ATERSA- A250P GSE (250W))



Con las siguientes características:

<b>ATERSA A250 P GSE POLICRISTALINO</b>			
Voltaje a circuito abierto (voc):	37.61 V	Voltaje a potencia máxima (vmp):	30.58 V
Corriente de cortocircuito (isc):	8.71 A	Corriente a potencia máxima (imp):	8.18 A
Potencia máxima:	250 W	Coefficiente de temperatura de Pmax:	-0.45 %/°C

(Fig. 111. Captadores solares: Características ATERSA- A250P GSE (250W))



(Fig. 112. Captadores solares: Vista genérica construcción de ATERSA- A250P GSE (250W))

### 6.3.2 Regulador

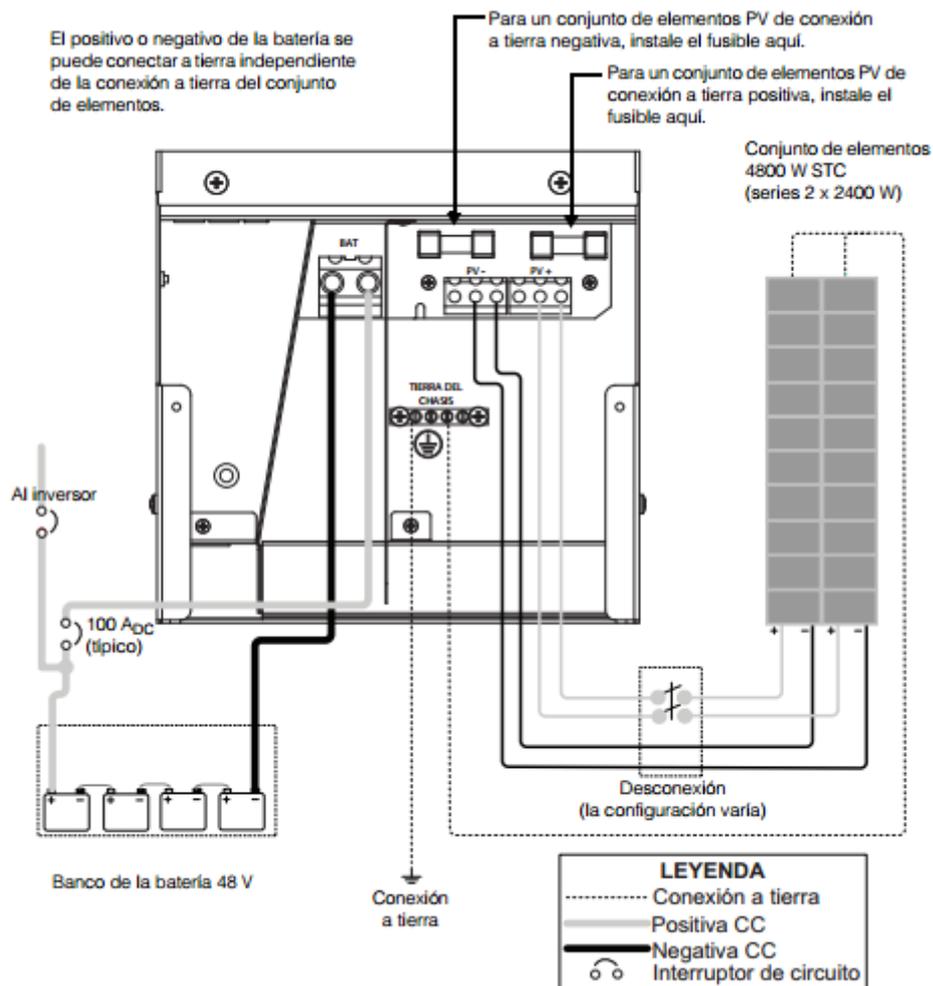
El regulador escogido para este sistema es el MPPT 80 600 de la marca Schneider, en la siguiente figura podremos apreciar el diseño del regulador y sus características



técnicas:

SCHNEIDER ELECT MPPT80-600 MPPT			
Tensión:	24-48 V	Voltaje máximo:	600 V
Potencia nominal:	0 Wp	Consumo propio:	100 mA
Capacidad de carga:	80 A	Ratio aprovechamiento :	0.98

(Fig. 113 Regulador MPPT 80 600 Shneider: Características y diseño)



Las ubicaciones de conexión a tierra y desconexión varían de acuerdo con el diseño del sistema y los códigos eléctricos locales.

(Fig. 114. Regulador: Esquema)

El Conext™ controlador de carga solar MPPT 80 600 ofrece un conjunto de funciones de integración y un rendimiento superior que permite para grandes sistemas de arreglo PV a ser fácilmente instalados y conectados al banco de la batería en el costo total más bajo de la industria primero. Instalación de un MPPT 80 600 es más rápido que la instalación de varios controladores de carga más pequeños y reduce los costes generales más mediante la utilización de un menor número de módulos FV, menor cableado y el conducto, y al eliminar la necesidad de cajas PV combinador y disyuntores de corriente continua.

### 6.3.3 Baterías.

Las baterías seleccionadas para la instalación solar fotovoltaica serán de la marca y modelo Batería Netion 12 V 200AH. Resistencia ante descargas profundas en aplicaciones como UPS, inversores, ingeniería Automotriz, alarmas electrónicas, cajeros automáticos, etc.

Excelente resistencia mecánica contra golpes, movimientos fuertes y caídas accidentales a bajas alturas.

Referencia	CÓDIGO	VOLTAJE	AH	LARGO	ANCHO	ALTO mm	PESO Kg
12V 26AH	4 - 4 - 51	12	26	175	166	125	8.65
12V 38AH	4 - 4 - 52	12	38	198	171	179	13.8
12V 55AH	4 - 4 - 58	12	55	350	166	176	17.5
12V 65AH	4 - 4 - 53	12	65	350	166	176	23
12V 80AH	4 - 4 - 56	12	80	329	172	214	25.2
12V 100AH	4 - 4 - 54	12	100	329	172	214	29
12V 150AH	4 - 4 - 59	12	150	483	170	239	43
12V 200AH	4 - 4 - 60	12	200	522	240	219	60

(Fig. 115 Datos de la batería elegida)



- Resistente a descargas profundas .
- Excelente resistencia contra golpes.
- Buen desempeño contra sobrecarga.
- Soporta grandes corrientes
- Compatibles con paneles solares
- Señal senoidal pura de salida

### 6.3.4 Inversor /Cargador

El inversor/cargador seleccionado es el Conext™ SW de la casa comercial Schneider. El Conext SW es un inversor/cargador de onda senoidal pura con funcionalidad de 50/60 Hz conmutable, disponible en modelos de 120/240 V CA o 230 V CA. Evidentemente nosotros utilizaremos el de 230 V CA.

SCHNEIDER ELECT CONEXT SW 4048 1202			
Tensión:	48 V	Potencia nominal:	3800 W
Potencia continua:	3800 W	Potencia instantanea:	7000 W
Consumo en vacio :	0 W	Eficiencia :	94 %



(Fig. 116. Inversor/ Cargador elegido)

## 6.4 DATOS SOBRE RADIACIÓN SOLAR

En este apartado de estudiará la radiación solar del emplazamiento de la instalación. Se debe tener en cuenta este aspecto a la hora de realizar el dimensionado del campo fotovoltaico

### 6.4.1 Cálculo de pérdidas por orientación e inclinación y sobras.

El objeto de este apartado es determinar los límites en la orientación e inclinación de los módulos de acuerdo a las pérdidas máximas permisibles. Las pérdidas por este concepto se calcularán en función de:

- Ángulo de inclinación,  $\beta$  definido como el ángulo que forma la superficie de los módulos con el plano horizontal. Su valor es 0 para módulos horizontales y 90° para verticales.
- Ángulo de acimut,  $\alpha$  definido como el ángulo entre la proyección sobre el plano horizontal de la normal a la superficie del módulo y el meridiano del lugar. Valores típicos son 0° para módulos orientados al sur, ---90° para módulos orientados al este y +90° para módulos orientados al oeste

Para la instalación del colegio se dispondrá de los siguientes ángulos, ya que son los que mejores resultados nos permiten obtener posteriormente:

	Ene	Feb	Mar	Abl	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Días mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Declinación	-21.27°	-13.62°	-2.02°	9.78°	19.26°	23.39°	21.18°	13.12°	1.81°	-10.33°	-19.6°	-23.4°
Nº día/año	15	45	76	106	137	168	198	229	259	290	321	351
Elevación solar	30.73°	38.38°	49.98°	61.78°	71.26°	75.39°	73.18°	65.12°	53.81°	41.67°	32.4°	28.6°
Inclinación optima	59.27°	51.62°	40.02°	28.22°	18.74°	14.61°	16.82°	24.88°	36.19°	48.33°	57.6°	61.4°
rad_glo_hor	2.65	3.6	4.86	6.25	6.88	7.7	7.75	6.78	5.47	3.94	2.73	2.29
rad_glo_op	4.77	5.46	6.14	7	7.24	7.95	8.08	7.41	6.61	5.62	4.71	4.37
FI	0.96	0.99	1	0.98	0.94	0.91	0.92	0.96	1	1	0.97	0.95
HSP/día	4.58	5.4	6.14	6.86	6.81	7.24	7.44	7.11	6.61	5.62	4.57	4.15
HSP/mes	141.98	151.2	190.34	205.8	211.11	217.2	230.64	220.41	198.3	174.22	137.1	128.65
Temp día max	15.43°	15.03°	15.59°	16.93°	19.06°	22.49°	25.19°	26.36°	24.86°	22.35°	19.09°	16.83°
Consu/HSP día	6436.38	5459.01	4801.08	3437.74	4328.73	2850.14	792.44	0	4459.7	5245.31	6450.47	4972.3

(Fig. 117. Ángulos para la instalación)

Para el cálculo fotovoltaico se ha tenido en cuenta la inclinación y orientación elegidas, las HSP, el ratio de aprovechamiento del regulador de carga y las temperaturas medias mensuales diurnas del lugar elegido. Dando los siguientes valores:

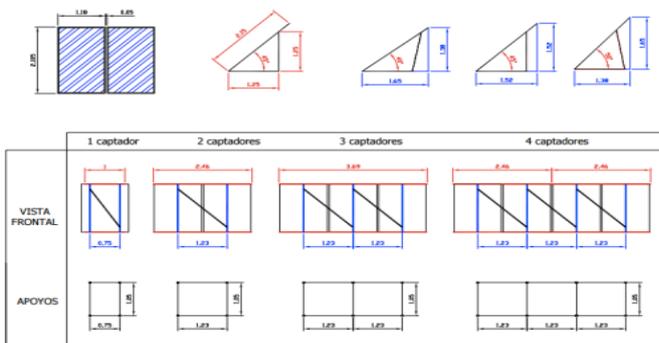
- El mes más desfavorable según consumos: Noviembre
- Inclinación óptima anual: 29. 92 °
- Inclinación óptima anual por consumos: 41. 59 °
- Inclinación elegida: 42 °
- Azimut módulos 0°
- Temperatura media mensual diaria (3 meses):19.42
- Horas sol Pico en meses más desfavorables:4.57
- Ratio de aprovechamiento del regulador: 1

Con estos datos ya se puede proceder al dimensionado del campo fotovoltaico

### 6.4.2 Estructura de soportes de sistema de captación

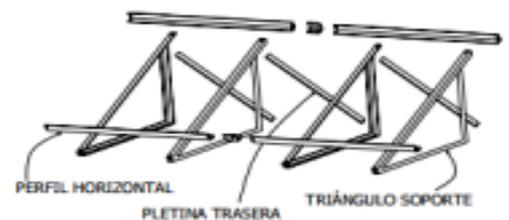
La estructura en la cual se sostienen los captadores está constituida por perfiles de acero, cortados, taladrados y posteriormente galvanizados en caliente para resistir los efectos climatológicos de la zona.

Las distintas barras de la estructura están unidas por tornillería de seguridad de acero inoxidable. En la figura 118 se puede observar el sistema de soportes del sistema de captación energética. Estos alcanzarán un ángulo de 42°:



(Fig. 118. Estructura de soportes de sistema de captación)

El peso de cada panel se transmite a un triángulo soporte formado por 3 barras atornilladas entre sí. Los captadores se fijan a la estructura a través de garras de sujeción realizadas a medida (4 por panel), como se muestra en la figura 119.



(Fig. 119. Estructura donde se sostiene el panel)

## 6.5 DIMENSIONADO DEL CAMPO FOTOVOLTAICO

Finalmente se puede comenzar el dimensionado de la instalación fotovoltaica. Primero se realizarán los cálculos para el dimensionamiento del campo solar fotovoltaico.

Para saber el número de paneles fotovoltaicos que se deben instalar se utiliza la siguiente fórmula.

$$N_{\text{paneles}} = \frac{E}{F_{CS} \cdot W_P \cdot HPS} = \frac{29478.63}{0.9 \cdot 250 \cdot 4.57} = 28.66$$

Siendo:

E = Potencia instalada que se desea cubrir.

Fcs = Factor de eficiencia.

Wp = Potencia de pico que extrae el captador solar.

HPS = Horas pico solar.

Se debe especificar que la potencia instalada que se desea cubrir (E), no es la potencia instalada del colegio directamente sino que a ésta previamente se le debe sumar un tanto por ciento de pérdida que se calculará mediante la siguiente fórmula.

$$E = \frac{E_0}{R} = \frac{23862}{0.819} = 29478.63 \text{ WH/Día}$$

Dónde:

E = Potencia instalada que se desea cubrir.

E0 = Potencia de consumo de la vivienda en Vatios/hora al día.

R = Factor de corrección por pérdidas

Como se puede ver los resultados obtenidos son de 28.66 paneles solares fotovoltaicos, pero en nuestro caso cogemos 30 paneles ya que queremos que sean par. Por lo tanto tendremos 2 módulos series de 15 paneles

ATERSA A250 P GSE POLICRISTALINO			
Voltaje a circuito abierto (voc):	37.61 V	Voltaje a potencia máxima (vmp):	30.58 V
Corriente de cortocircuito (isc):	8.71 A	Corriente a potencia máxima (imp):	8.18 A
Potencia máxima:	250 W	Coefficiente de temperatura de Pmax:	-0.45 %/°C
Potencia real a Temperatura media max :	252,511 Wp	Nº de módulos serie:	2
Potencia pico módulos total :	7500 Wp	Nº de series paralelo:	15
Optimización instalación/necesidades mes mas desfavorable :	1,15	Total modulos :	30
El grado de optimización elección equipo/necesidades reales es de			115 %

(Fig. 120. Demostración y datos según "Calculation Solar")

### 6.5.1 Distancia de separación entre los paneles

A continuación, se debe determinar la separación mínima entre los paneles solares fotovoltaicos de manera que al medio día o doce horas solares del día más desfavorable del año (altura solar mínima), la sombra de la arista superior de una fila de colectores como máximo debe proyectarse sobre la arista inferior de la fila siguiente.

La altura solar mínima a las doce horas solares será:

$$HM = (90^\circ - \text{latitud}) - 23^\circ$$

$$HM = (90 - 38.7) - 23 = 28.3$$

Entonces la distancia mínima entre filas (d) será:

$$d = \frac{h \cdot \sin a}{\tan HM} = \frac{1.638 \cdot \sin 42}{\tan 28.3} = 2.03 \text{ m.}$$

Dónde:

h = Longitud de del panel [m]

a = Inclinación del panel [grados]

HM = Altura mínima del sol al mediodía solar

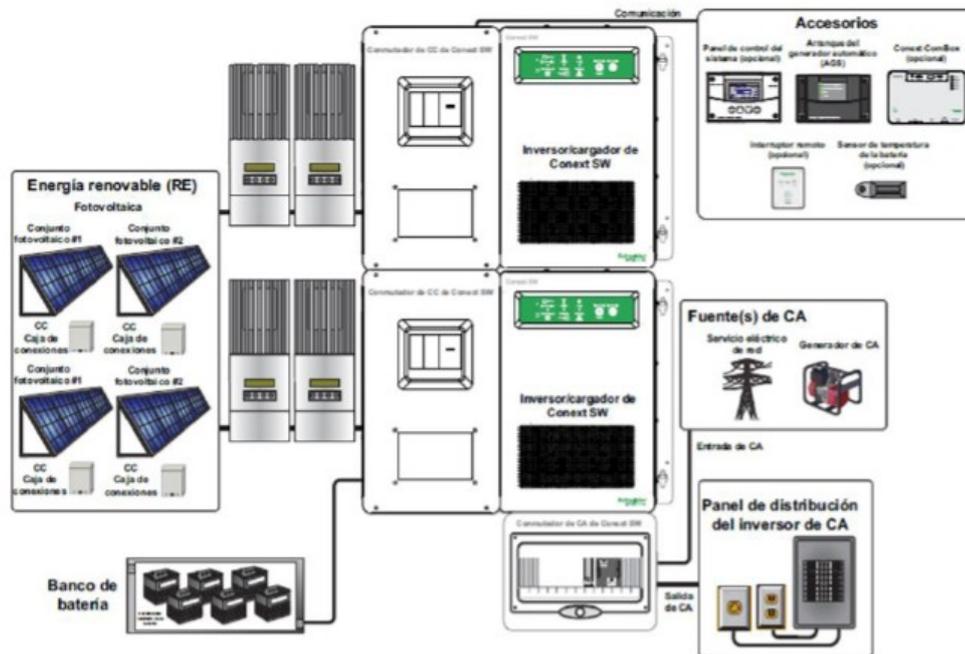
Por tanto se puede ver que la distancia mínima entre filas será de 2.03 metros.

## 6.6 Selección de los componentes de la instalación de los paneles.

Bien para la instalación de este campo fotovoltaico he decidido poner en uso un sistema que ya viene en forma de “pack” en el cual tenemos todos los elementos para el campo fotovoltaico. Este sistema es de la marca Schneider.

De este pack lo elementos más importantes a utilizar son los siguientes:

- Regulador del campo solar.
- Inversor



(Fig. 121. Esquema de montaje del regulador del campo solar y inversor)

### 6.6.1 Regulador.

Para elegir nuestro regulador vamos primero a calcular unos datos eléctricos que serán imprescindibles para la elección, sabiendo que nuestro tipo de regulador está bien definido por la marca que nos suministra el “pack” para nuestro parque fotovoltaico.

### 6.6.1.1 Tensión máxima del regulador:

$V_{\text{máxima del regulador}} = 1,25 \cdot V_{\text{circuito abierto generada}}$

$V_{\text{máxima del regulador}} = 1,25 \cdot 263,27 = 329,08\text{V}$

Dónde:

$V_{\text{máxima del regulador}}$ : Tensión máxima que tendría que aguantar el regulador [V]

$V_{\text{circuito abierto generada}}$ : Tensión en circuito abierto del sistema FV [V]

$I_{\text{reg gen-bat}} = 1,25 \cdot I_{\text{cortocircuito generada}}$

$I_{\text{reg gen-bat}} = 1,25 \cdot 17,42 = 21,77\text{ A}$

Dónde:

$I_{\text{reg gen-bat}}$ : Intensidad nominal del interruptor de conexión [A]

$I_{\text{cortocircuito generada}}$ : Intensidad de cortocircuito generada por el sistema FV [A]

Como podremos apreciar en la imagen del “pack” tendremos dos reguladores por cada serie de 8 paneles solares, en total dos.

### 6.6.2 Inversor.

Para la selección de los inversores se tendrá que establecer primeramente cual es la potencia suministrada por los paneles .

Para ello se multiplicará el número de paneles por la potencia de estos:

$\text{Potencia inversor} = 30 \cdot 250 = 7500\text{ W}$

El inversor elegido es el SW 4048 230 de la marca Schneider de 3800 w, que al haber dos acoplados en paralelo suministran una potencia de 7600 W en consumo continuo. En la siguiente figura aparecen sus características eléctricas.

Salida de CA	SW 2524 230	SW 4024 230	SW 4048 230
Forma de onda de salida	onda sinusoidal verdadera	onda sinusoidal verdadera	onda sinusoidal verdadera
Corriente de salida (CA) - continuo máximo - 30 minutos - incremento de tensión de 5 segundos	2500 W 2800 W <sup>a</sup> 5000 W <sup>b</sup>	3400 W 4000 W <sup>c</sup> 7000 W <sup>d</sup>	3800 W <sup>e</sup> 4400 W <sup>e</sup> 7000 W
Continuo máximo permitido (en el equipo)	30 A	30 A	30 A
Corriente continua de salida del inversor	11 A	16 A	16 A
Corriente máxima de salida del inversor	24,3 A	42 A	42 A
Conexión de SALIDA DE CA	Monofásica (L, N, ⊕)	Monofásica (L, N, ⊕)	Monofásica (L, N, ⊕)
Máximo nivel de eficiencia	91,5%	92%	94%
Rango de tensión operativa	216–232 VCA	216–232 VCA	219–240 VCA
Tensión nominal	230 VCA	230 VCA	240 VCA
Rango de frecuencia operativa	seleccionable 50 o 60 Hz	seleccionable 50 o 60 Hz	seleccionable 50 o 60 Hz
Frecuencia de salida predeterminada	50 Hz	50 Hz	50 Hz

(Fig. 122. Datos sobre el inversor elegido)

Una vez elegido el inversor deberemos comprobar si también es válido para los valores de tensión a circuito abierto debidas a las bajas temperaturas.

Se considerará un rango de temperaturas ambiente de entre 3.5 °C como mínima en la temporada de invierno y 30 °C como máxima en la temporada de verano, los valores de los parámetros fundamentales de los paneles fotovoltaicos están para una temperatura estándar de medida de 24 °C.

## TABLA CLIMÁTICA // DATOS HISTÓRICOS DEL TIEMPO BENIMANTELL

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	8.2	8.6	10.7	13	16.2	20.1	23.2	24	20.9	16.7	12.4	9.5
Temperatura min. (°C)	3.5	3.8	5.5	7.8	10.9	14.7	17.6	18.7	15.5	11.8	7.6	4.9
Temperatura máx. (°C)	13	13.4	16	18.2	21.5	25.5	28.9	29.3	26.3	21.7	17.3	14.1
Temperatura media (°F)	46.8	47.5	51.3	55.4	61.2	68.2	73.8	75.2	69.6	62.1	54.3	49.1
Temperatura min. (°F)	38.3	38.8	41.9	46.0	51.6	58.5	63.7	65.7	59.9	53.2	45.7	40.8
Temperatura máx. (°F)	55.4	56.1	60.8	64.8	70.7	77.9	84.0	84.7	79.3	71.1	63.1	57.4
Precipitación (mm)	36	45	45	45	43	31	11	21	56	80	68	61

(Fig. 123. Tabla climática Benimantell)

A una temperatura media de 24.0 ° C, agosto es el mes más caluroso del año. A 8.2 ° C en promedio, enero es el mes más frío del año.

Por lo tanto la temperatura de trabajo de los paneles solares se puede expresar mediante la siguiente formula:

$$T_P = T_a + \left( \frac{T_{onc} - 20}{800} \right) \cdot I$$

Siendo:

TP = Temperatura que alcanza la célula a una temperatura determinada.

Ta = Temperatura ambiente de la zona donde tenemos instalados los paneles solares.

TONC = Temperatura nominal de la célula, definida como la temperatura que alcanzan las células solares cuando se somete al módulo a una irradiación de 800W m<sup>2</sup> con distribución espectral AM 1,5 G, la temperatura ambiente es de 20 °C y la velocidad del viento, de 1m/s.(TONC = 47 °C).

I = es la irradiación media dependiendo del periodo en el que se encuentre. (En verano I = 1000W/m<sup>2</sup> y en invierno I = 100W/m<sup>2</sup>).

Para conocer la tensión de circuito abierto que se medirá a la salida de cada panel cuando están trabajando bajo estas condiciones de temperatura de célula diferente a 25 °C, se aplicará el coeficiente de temperatura para la tensión de circuito abierto (VOC) proporcionado por el fabricante sobre la siguiente ecuación:

$$V_{OC}(x^{\circ}\text{C}) = V_{OC}(x25^{\circ}\text{C}) + \Delta T \cdot \Delta V_{OC} (T)$$

Dónde:

$V_{OC}(x^{\circ}\text{C})$  = La tensión a circuito abierto del panel a una temperatura de célula X.

$V_{OC}(25^{\circ}\text{C})$  = La tensión a circuito abierto del panel en condiciones estándar de medida.  $V_{OC}(25^{\circ}\text{C}) = 37,61 \text{ V}$

$\Delta T$ : La variación de la temperatura de trabajo del panel y las condiciones estándar de medida.

$\Delta V_{OC} (T)$ : El coeficiente de temperatura de la tensión de circuito abierto del panel ( $\Delta V_{OC}(T) = -109,74 \text{ mV } / ^{\circ}\text{C}$ ).

La corriente de cortocircuito que se producirá a la salida de cada panel cuando están trabajando bajo estas condiciones de temperatura de célula diferente a 25 °C, se aplicará el coeficiente de temperatura para la corriente de cortocircuito (ISC) proporcionado por el fabricante sobre la siguiente ecuación:

$$I_{SC}(x^{\circ}\text{C}) = I_{SC}(x25^{\circ}\text{C}) + \Delta T \cdot \Delta I_{SC} (T)$$

Dónde:

$I_{SC}(x^{\circ}\text{C})$  = La corriente de cortocircuito del panel a una temperatura de célula X.

$I_{SC}(25^{\circ}\text{C})$  = La corriente de cortocircuito del panel en condiciones estándar de medida.  $I_{SC}(25^{\circ}\text{C}) = 8.71 \text{ A}$

$\Delta I_{SC}(T)$ : El coeficiente de temperatura de la tensión de circuito abierto del panel ( $\Delta I_{SC}(T) = 5.75 \text{ mA } / ^{\circ}\text{C}$ ).

Por tanto, para una temperatura ambiente de 3.5°C, la temperatura de célula de los paneles solares será:

$$T_p = T_a + \left( \frac{T_{onc} - 20}{800} \right) \cdot I = 3,5 + \left( \frac{30 - 20}{800} \right) \cdot 100 = 4.75^\circ\text{C}$$

Con esta temperatura de célula, la tensión de circuito abierto y la corriente de cortocircuito del panel serán:

$$V_{OC(x^\circ\text{C})} = V_{OC(x\ 25^\circ\text{C})} + \Delta T \cdot \Delta V_{OC}(T) = 37.61 + (4.75 - 24) \cdot (-1.0974) = 58.73\text{V}$$

$$I_{SC(x^\circ\text{C})} = I_{SC(x\ 25^\circ\text{C})} + \Delta T \cdot \Delta I_{SC}(T) = 8.71 + (4.75 - 24) \cdot (0.006) = 8.59\text{V}$$

Ahora multiplicando el número de paneles en serie por ramal del generador por la tensión de circuito abierto de cada panel para una temperatura ambiente de 3.5°C, se obtiene la tensión de circuito a la salida del generador fotovoltaico durante el invierno y multiplicando el número ramales en paralelo del generador fotovoltaico por la corriente de cortocircuito de cada panel para una temperatura ambiente de 3.5°C, la corriente de cortocircuito a la salida del generador durante el invierno:

$$V_{OCT} = V_{OC} X N_s = 58.73 \times 8 = 469.84\text{V} \ll 600\text{V}$$

$$I_{SCT} = I_{SC} X N_p = 8.59 \times 2 = 17.18\text{V} \ll 35\text{A}$$

Ahora para obtener la tensión de circuito abierto y corriente de cortocircuito del generador fotovoltaico durante el periodo de verano, se considerará la temperatura de 30°C indicada anteriormente, por lo que la temperatura de las células que componen los paneles solares será:

$$T_p = T_a + \left( \frac{T_{onc} - 20}{800} \right) \cdot I = 30 + \left( \frac{30 - 20}{800} \right) \cdot 1000 = 50^\circ\text{C}$$

Para esta temperatura de célula, la tensión de circuito abierto y corriente de cortocircuito del panel serán:

$$V_{OC(x^\circ\text{C})} = V_{OC(x\ 25^\circ\text{C})} + \Delta T \cdot \Delta V_{OC}(T) = 37.61 + (50 - 24) \cdot (-1.0974) = 34.86\text{V}$$

$$I_{SC(x^\circ\text{C})} = I_{SC(x\ 25^\circ\text{C})} + \Delta T \cdot \Delta I_{SC}(T) = 8.71 + (50 - 24) \cdot (0.006) = 8.86\text{V}$$

Ahora multiplicando el número de paneles en serie por ramal del generador por la tensión de circuito abierto de cada panel para una temperatura ambiente de 30°C, se obtiene la tensión de circuito a la salida del generador fotovoltaico durante el invierno y multiplicando el número ramales en paralelo del generador fotovoltaico por la corriente de cortocircuito de cada panel para una temperatura ambiente de 30°C, la corriente de cortocircuito a la salida del generador durante el invierno:

$$V_{OCT} = V_{OC} X N_s = 34.86 \times 8 = 278.88V \ll 600V$$

$$I_{SCT} = I_{SC} X N_p = 8.86 \times 2 = 17.72A \ll 35A$$

Por último, deberán tenerse en cuenta los valores de tensión de máxima potencia que se alcanzarán en la instalación ya que éstos variarán al igual que los valores de tensión de circuito abierto y corriente de cortocircuito según varíe la temperatura ambiente.

Para obtener el coeficiente de variación para tensión de máxima potencia respecto a la temperatura se utilizará la igualdad  $V_{mpp} \approx 0,76 \times V_{OC}$  ya que la variación también lo cumplirá y por tanto  $\Delta V_{mpp}(T) \approx 0,76 \times \Delta V_{OC}(T)$ .

$$\Delta V \approx 0.76 \times (-0.10974) = -0.0834V/^\circ C$$

Las tensiones que cada uno de los módulos solares alcanzarán en el punto de máxima potencia cuando se encuentren a temperatura ambiente de 3.5º C (temperatura de célula fotovoltaica 4.75 °C) y de 30 °C (temperatura de célula fotovoltaica 50 °C) serán:

$$V_{mpp} = V_{mpp\ 25^\circ C} + \Delta T \cdot \Delta V_{mpp}(T) = 37.61 + (4.75 - 24) \cdot (-0.0834) = 39.21V$$

$$V_{mpp} = V_{mpp\ 25^\circ C} + \Delta T \cdot \Delta V_{mpp}(T) = 37.61 + (50 - 24) \cdot (-0.0834) = 35.44V$$

Por tanto el rango de tensiones del punto de máxima potencia que deberá ser soportado por el inversor será calculado multiplicando los valores de tensión de máxima potencia de cada módulo solar obtenidos para las diferentes condiciones por el número de paneles conectados en serie en cada uno de los ramales, obteniéndose así, la tensión máxima y mínima que proporcionará el generador fotovoltaico en condiciones de máxima potencia:

$$V_{OCT} = V_{OCT} X N_s = 39.21 \times 8 = 313.68V \ll 600V$$

$$V_{OCT} = V_{OCT} X N_s = 35.44 \times 8 = 283.52V \ll 600V$$

### 6.6.3 Selección de baterías.

El número de días sin aporte solar se ha elegido de 3 días (siendo de 3 en el pliego de condiciones técnicas de instalaciones aisladas de la red del IDAE de instalaciones aisladas).

Capacidad total de acumulación:

$$C_{total} = \frac{N_d \cdot E_c}{V_N \cdot P_{descarga}} = \frac{5 \cdot 23862}{48 \cdot 0.6} = 4142.7 \text{Ah}$$

Dónde:

$C_{total}$  = Capacidad total a instalar [Ah]

$N_d$  = Número de días sin aporte solar [d]

$E_c$  = Energía consumida del colegio rural [Wh/d]

$P_{descarga}$  = Profundidad de descarga máxima de la batería.

$V_N$  = Tensión de nominal del sistema [V]

Las baterías seleccionadas para la instalación solar fotovoltaica son de la marca Netion, modelo Netion 12V 200 AH

- Tensión nominal de las baterías: 48V
- Profundidad de descarga de las baterías 60%
- Autonomía del sistema: 3 días
- Capacidad real de las baterías 3035Ah

Número de baterías conectadas en serie:

$$N_{acumuladores} \text{ en serie} = V_N / V_{bateria} = 48/48 = 1$$

Dónde:

$N_{acumuladores}$  en serie = Número de baterías en serie

$V_N$  = Tensión nominal del sistema FV [V]

$V_{bateria}$  = Tensión nominal de la batería [V]

Número de baterías conectadas en paralelo:

$$N_{\text{acumuladores en paralelo}} = C_{\text{total}} / C_{\text{bateria}} = 4142.7\text{Ah} / 3035 = 1.36$$

Dónde:

$N_{\text{acumuladores en paralelo}}$  = Número de baterías en paralelo

$C_{\text{total}}$  = Capacidad total a instalar [Ah]

$C_{\text{bateria}}$  = Capacidad de la batería [Ah]

Por lo tanto el número de baterías en paralelo serían 2

#### 6.6.4 Arrancador

Se ha elegido, por recomendación del fabricante, el arrancador de la marca Schneider. El inicio automático del generador Conext (AAG) está diseñado para usar en un sistema Conext de equipos de energía de apoyo y solar sin conexión a la red.



(Fig. 124. Imagen del arrancador seleccionado)

## 6.7 Grupo electrógeno como sistema de alimentación de emergencia.

Instalaremos un grupo electrógeno que en caso de haber agotado las baterías, poder recargarlas sin necesidad de luz solar y así poder abastecer a todo el colegio. El grupo electrógeno elegido es el modelo 20 EKOZD de la marca KOHLER POWER SYSTEMS (Marine generator set). Este grupo es compatible con el arrancador Conext AAG de Schneider elegido.

En la siguiente figura 125 podremos apreciar el diseño del grupo electrógeno:



(Fig. 125. Grupo electrógeno seleccionado)

- Arranque remoto conector de 12 pines
- Aislamiento clase H
- Monofásico y modelos trifásicos disponibles
- Regulación de voltaje de  $\pm 1,0\%$
- Supresión de radio
- Capacidad de motor de arranque excepcional
- Directamente conectada al motor, el generador ha sellado rodamientos de bolas de precisión con un manguito de acero de precisión-mecanizada en el soporte de extremo para evitar la desalineación del eje y extender la vida del rodamiento.



# 7. AGUA CALIENTE SANITARIA

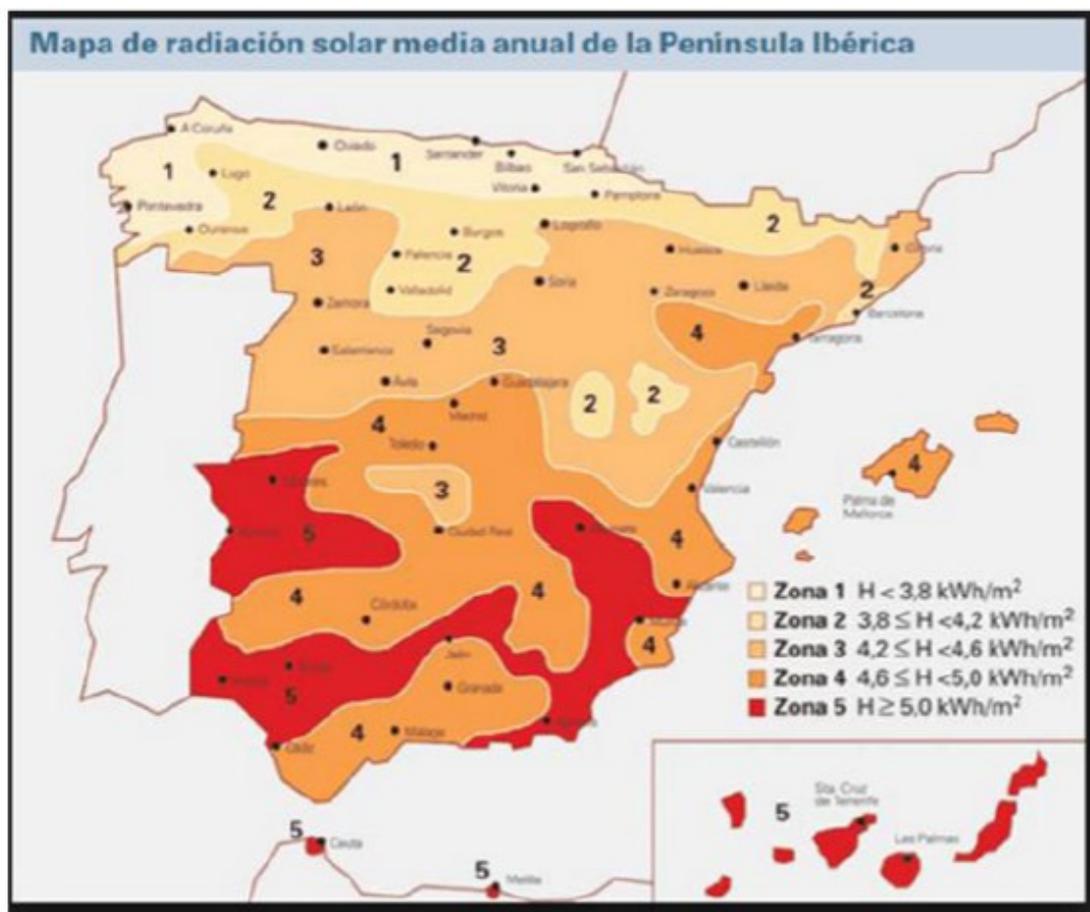
## 7.1 Termosolar

En este apartado del proyecto se calculan y justifican los distintos elementos del sistema de solar térmico para la producción de agua caliente sanitaria (ACS).

## 7.2 Estimación de la demanda energética de ACS.

La demanda energética de ACS, se calculará a partir del número de alumnos y trabajadores de la escuela. Como ya se ha mencionado anteriormente, los cálculos se realizarán para 69 personas 69

Una vez aclarado el número de alumnos y trabajadores se procederá a determinar la zona climática del emplazamiento de la instalación, ya que este dato será importante para adaptar la instalación según las normativas vigentes.



(Fig. 126. Mapa de radiación solar media anual de la península ibérica)

Como podemos observar el emplazamiento está situado en la zona climática 4. Una vez conocida la zona climática debemos conocer cuántos litros de agua queremos calentar y a que temperatura.

Primero fijaremos la temperatura a la que se desea calentar el agua, esta temperatura será la que normalmente se utiliza para todo tipo de instalaciones de ACS, una temperatura de 60°C.

Para determinar la cantidad de litros de agua a calentar utilizaremos la tabla que facilita el Código Técnico de Edificación en el apartado DB-HE de ahorro de energía.

**Tabla 4.1. Demanda de referencia a 60 °C<sup>(1)</sup>**

<b>Criterio de demanda</b>	<b>Litros/día·unidad</b>	<b>unidad</b>
Vivienda	28	Por persona
Hospitales y clínicas	55	Por persona
Ambulatorio y centro de salud	41	Por persona
Hotel *****	69	Por persona
Hotel ****	55	Por persona
Hotel ***	41	Por persona
Hotel/hostal **	34	Por persona
Camping	21	Por persona
Hostal/pensión *	28	Por persona
Residencia	41	Por persona
Centro penitenciario	28	Por persona
Albergue	24	Por persona
Vestuarios/Duchas colectivas	21	Por persona
Escuela sin ducha	4	Por persona
Escuela con ducha	21	Por persona
Cuarteles	28	Por persona
Fábricas y talleres	21	Por persona
Oficinas	2	Por persona
Gimnasios	21	Por persona
Restaurantes	8	Por persona
Cafeterías	1	Por persona

*(Fig. 127. Demanda de referencia a 60°C)*

Como se puede ver para colegios sin duchas, para una temperatura de referencia de 60°C, le corresponde un volumen de agua de 4 litros por persona y día. Como ya se ha mencionado el número de alumnos y trabajadores será de 69 personas. Por lo tanto se puede calcular el total de litros que se deberán calentar, multiplicando los 4 litros por persona y día por 69 personas, lo que da un total de 276 litros al día de agua caliente a 60°C

Como se puede comprobar los datos sobre los valores de la temperatura de agua de la red más cercanos al emplazamiento de la escuela rural cedidos por el ayuntamiento de Benimartell .La media de la temperatura anual del *acuífero eocénico Meridional* es comprendida entre 14 y 14,5°C.

## 7.3 Cálculos

Para ello inicialmente se ha utilizado el programa cedido por la empresa Cablemat Solar, CS Soft 3.0, que utiliza el método F-Chart.

Primero veremos los datos de partida de cálculo del programa.

Escogeremos Benidorm como ciudad de referencia porque es la que más cerca está en el mapa.

Provincia	ALICANTE	Zona Climática	IV
Localidad	Benidorm	Consumo de referencia	
Energía auxiliar	Caso General	207 l/día (a 60 °C)	

Tipo de instalación	Escuela	Consumo unitario
Tº de uso del A.C.S.	60 °C	3 l/alum.*día

Nº de alumnos	69 alumnos	Consumo diario
Vol. de acumulación	2.000 l	207 l/día (a 60°C)

Eficiencia del intercambiador	95%	Dens. 1,01073 g/cm <sup>3</sup> Visc. 1,25E-06 m <sup>2</sup> /s Cp 0,81 cal/g K
Caudal del circuito primario	40,0 l/min	
Fluido del circuito primario	Propilengicol (30%)	

Modelo de captador	CS2S	$\eta_0$	$\alpha_1$	$\alpha_2$
Nº captadores referencia	10	0,77	3,663	0,016
Nº de captadores	5	Sup. 2,5 m <sup>2</sup>		

Superficie Bruta	2,5
Superficie Neta	2,4
Tratamiento absorbedor	Bluetec
Código de certificación	NPS-11707

Inclinación de captadores:	42°	Pérdidas respecto óptimo 0,17% (Pérdidas <40%)
Orientación de captadores:	0°	
Posicionamiento de paneles:	Integración	

(Fig. 128. Datos extraídos de “CS Soft 3.0”)

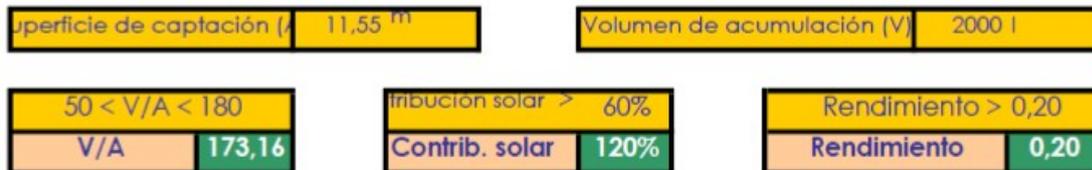
A continuación, se muestran los resultados que se han obtenido para dichos datos de entrada.

	Ocupación	Radiación (MJ/m <sup>2</sup> d)	Demanda GJ	Ap. Solar GJ	Frac. solar	Rendimiento
ENE	90%	12,73	1,26	1,29	102%	0,28
FEB	100%	17,06	1,24	1,40	113%	0,25
MAR	100%	18,52	1,32	1,52	116%	0,23
ABR	80%	21,16	0,98	1,31	134%	0,18
MAY	100%	22,06	1,24	1,54	125%	0,20
JUN	100%	23,28	1,17	1,54	132%	0,19
JUL	100%	24,26	1,18	1,65	139%	0,19
AGO	100%	23,12	1,21	1,62	134%	0,20
SEP	100%	21,86	1,20	1,53	128%	0,20
OCT	100%	18,07	1,26	1,47	116%	0,23
NOV	100%	13,53	1,27	1,32	104%	0,28
DIC	80%	10,88	1,12	1,09	98%	0,28

Valores Anuales		
Radiación	GJ	86,1
	kWh	239,3
Demanda	Gj	14,43
	kWh	40,07
Aporte Solar	GJ	17,28
	kWh	48,00

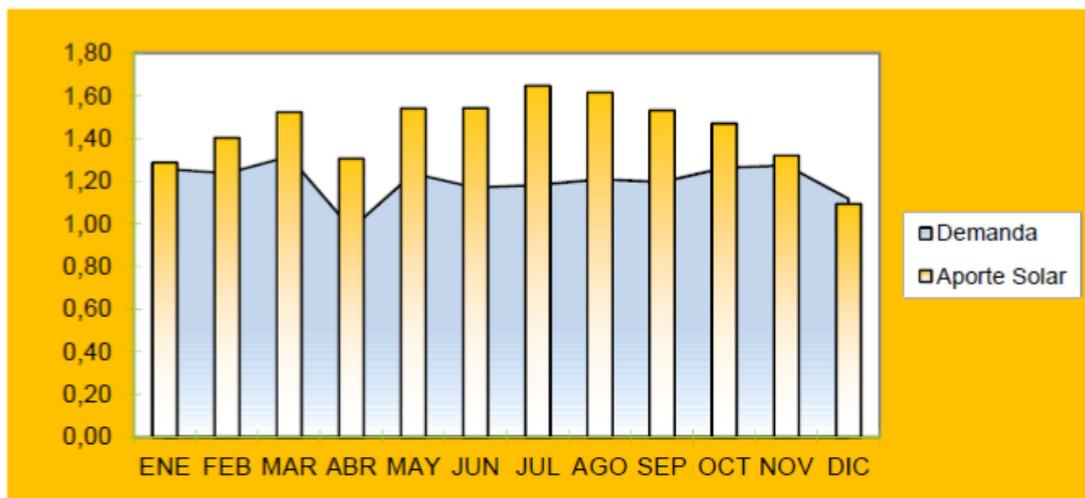
Fig. 128. Resultados extraídos de “CS Soft 3.0”.

En las siguientes imágenes se pueden ver los puntos de la instalación que hacen referencia a los parámetros exigidos por las normativas que ya se han mencionado. Se especifica que el valor V/A hace referencia al volumen del acumulador dividido por el área total de la superficie de los captadores, cuyo resultado debe ser un valor 50 entre y 180.



(Fig. 129 Superficie de captadores)

En la siguiente imagen podemos ver la representación gráfica de la relación entre la demanda térmica y el aporte de la instalación calculada.



(Fig. 130. Representación gráfica de la relación Demanda térmica y aporte de la instalación calculada)

## 7.4 Captador solar

Por tanto, como se puede ver en las anteriores tablas, el sistema de captación solar térmica utilizado en el presente proyecto constará de 5 captadores solares térmicos de la marca Cablemat Solar, modelo CS2S.

	CS1N	CS2N	CS1S	CS2S	CS1HS	CS2HS
Largo (mm)	2.105				950	1180
Ancho (mm)	950	1180	950	1180	2.105	2.105
Espesor (mm)	82					
Superficie bruta (m <sup>2</sup> )	2,0	2,5	2,0	2,5	2,0	2,5
Superficie útil (m <sup>2</sup> )	1,9	2,4	1,9	2,4	1,9	2,4
Peso en vacío (kg)	30	37	30	37	30	37
Capacidad de fluido (lit.)	1,02	1,27	1,02	1,27	0,95	1,05
Caudal recomendado (lit/h·m <sup>2</sup> )	30-40					
Material del absorbedor	Cobre					
Tratamiento del absorbedor	Pintura negra de Cromo		Selectivo			
Espesor aleta de cobre (mm)	0,2					
Nº canales	8	10	8	10	18	18
Diámetro de canales (mm)	8					
Diámetro tubo colector (mm)	18					
Carcasa	Aluminio					
Material cubierta	Vidrio templado 3,2 mm.					
Aislamiento	40 mm, lana de roca semirígida					

(Fig. 131. Equipos solares Cablemat Solar de circulación forzada.)

En los equipos solares Cablemat Solar de circulación forzada, el movimiento del fluido a través de captadores y depósito es producido por una bomba. Esta bomba toma el fluido de la parte inferior del depósito (la parte más fría) y la impulsa hacia los captadores a través de conducciones hidráulicas. El fluido, tras elevar su nivel térmico en los captadores, regresa al acumulador por su parte superior (la más caliente), facilitándose así la estratificación de las temperaturas.

Los sistemas forzados requieren para su funcionamiento de un sistema de control basado en la medida de las temperaturas del fluido de trabajo en la salida de los captadores y en la parte inferior del acumulador.

## 7.5 Selección del acumulador.

Como podemos observar el volumen de acumulación es de 2000l hemos elegido acumuladores de ACS vitrificados 1 serpentín fijo, de la marca TERMICOL

Acumuladores verticales con serpentín simple fijo para Agua Caliente Sanitaria de acero al carbono y tratamiento interior vitrificado con 5 años de garantía. Serpentín en acero vitrificado de gran superficie de intercambio.



Características	150 L	200 L	300 L	500 L	800 L	1000 L BH/BP	1500 L	2000 L	2500 L	3000 L
Sup. de serp. (m <sup>2</sup> )	1,17	1,46	1,60	2,46	2,98	2,98	3,86	4,65	7,20	7,20
Peso (kg)	91	109	123	194	261	283	380	594	717	840
Diámetro (D mm)	590	590	590	740	900	1000	1120	1260	1445	1450
Altura (A mm)	1145	1345	1900	1820	2100	2030	2300	2250	2100	2550
P <sub>max</sub> (bar) / T <sub>max</sub> (°C) de trabajo	10 bar / 95°C									

(Fig. 132. Representación y datos del acumulador seleccionado)

## 7.6 Caudal de la bomba.

El primer elemento que se calculará será el caudal de la bomba del circuito primario. Es decir, calcularemos los litros/hora que la bomba que se selecciona deberá empujar el fluido del circuito primario del sistema solar térmico.

A continuación, para calcular el caudal de la bomba se debe multiplicar la superficie de captación por el flujo másico de operación del sistema por unidad de área. El flujo másico de operación de la bomba varía según los valores recomendados por el fabricante. En el caso de sistemas de captación de conexión en paralelo o high-flow el valor del flujo másico varía entre 40 y 60 l/h·m<sup>2</sup>. Para los captadores seleccionados CS2S de Calblemat solar el flujo másico es de 60 l/h·m<sup>2</sup>.

Superficie de captación (5 captador): 11.55 m<sup>2</sup>

Flujo másico en sistemas high-flow (paralelo): 60 l/h·m<sup>2</sup>

Caudal= 11.55·60= 693 l/h

## 7.7 Diámetro de las tuberías.

Una vez calculado el caudal de la bomba se pasa a calcular el diámetro de las tuberías del circuito primario. Para ello se debe tener en cuenta la velocidad del fluido del circuito primario en nuestro caso se trata de Propilengicol (30%) que tiene una velocidad de 0,35 m/s.

Una vez conocido ese dato mediante la siguiente fórmula calculamos el diámetro de las tuberías del circuito primario:

$$D_{tubo} = 0.5947 \cdot \sqrt{\frac{m}{v}} = 0.5937 \cdot \sqrt{\frac{693}{0.35}} = 26.46mm$$

Por tanto, se utilizarán tuberías normalizadas de 28 mm de diámetro exterior.

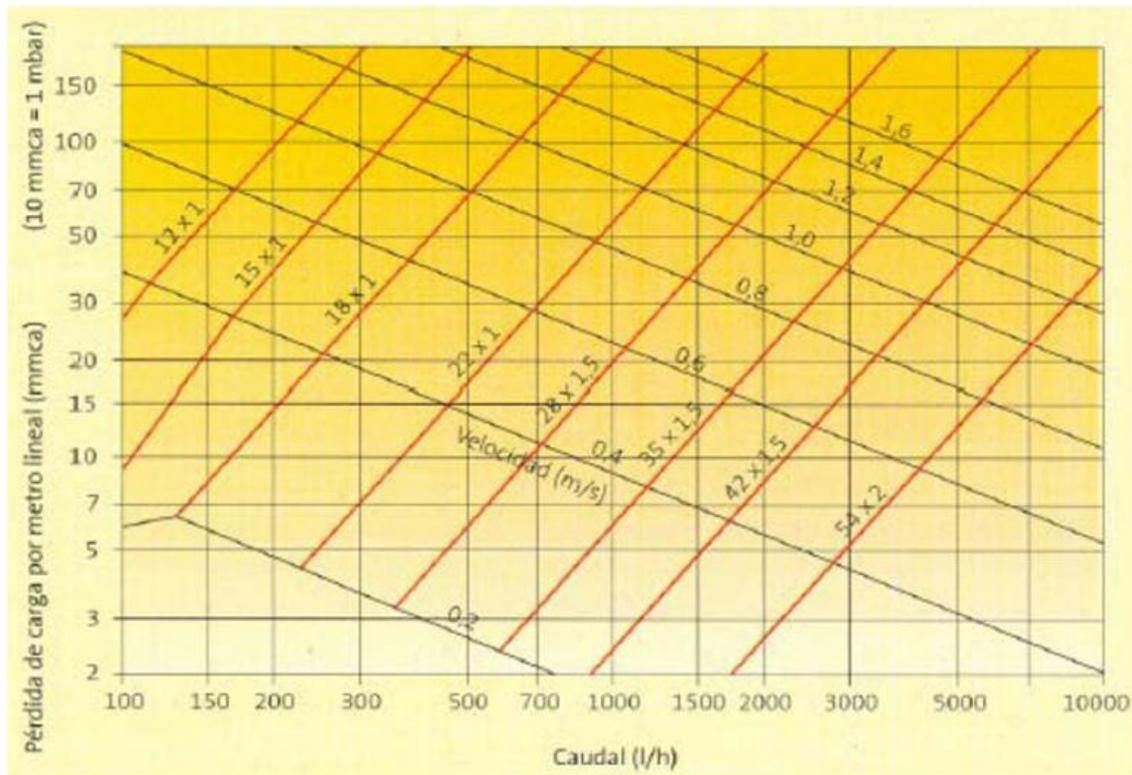
## 7.8 Pérdida de presión en el circuito primario.

Para dimensionar y determinar las pérdidas de carga de la manera más ajustada en el sistema solar térmico se tendrá en cuenta la pérdida de presión en ciertos elementos. Estos son: tuberías, accesorios, captador e intercambiador interno (de

serpentín).

### 7.8.1 Tuberías

Para determinar la pérdida de carga en las tuberías del circuito primario, se debe conocer que estas no pueden ser inferiores a 6 mbar/m. Se comprueba mediante la siguiente figura que las tuberías se encuentren dentro de los valores previamente mencionados. Se puede ver que en la tabla se expresan las siguientes variables: caudal, velocidad de fluido y diámetro exterior normalizado de la tubería.



(Fig. 133. Abaco de mmca)

Con esta tabla ya se puede calcular las pérdidas de carga en las tuberías del circuito primario. Para ello tenemos en cuenta las siguientes variables:

Caudal de la bomba: 693 l/h

Velocidad de fluido: 0,35 m/s

Diámetro de las tuberías: 26.46 mm

Para estas variables podemos ver en la imagen que corresponde una pérdida de carga por metro lineal de tubería aproximadamente de 13 mmca.

Teniendo en cuenta que 10 mmca = 1 mbar. Las pérdidas de carga por metro lineal de tubería son de aproximadamente de 1.3 mbar.

Al tratarse este valor de pérdida de carga por metro lineal de tubería, si se desea saber el total de pérdida de carga del circuito primario se deberá multiplicar este valor anteriormente obtenido por los metros de tubería del circuito primario.



La longitud en metros del circuito primario puede ser dividida en dos tramos. El tramo exterior y el tramo interior. El tramo interior cuenta con una longitud de 3 metros, mientras que el tramo exterior cuenta con una longitud de 19 metros, lo que hace un total de 22 metros de tubería del circuito primario.

Se puede concluir entonces las pérdidas de carga de las tuberías del circuito primario mediante la siguiente formula.

$$\Delta P_{tubo\ 1^o} = \Delta P_{m\cdot tubo} \cdot long = 1.3 \cdot 22 = 28.6\ mbar$$

Por tanto, las pérdidas totales de presión del circuito primario son, como se puede ver de 28.6 mbar.

### 7.8.2 Accesorios

Se debe tener en cuenta que las pérdidas de carga del circuito primario no solo están compuestas por las pérdidas de carga en las tuberías ya que existen otros accesorios a lo largo de estas. Estos accesorios serian, válvulas codos, purgadores, etc. Para simplificar los cálculos de pérdidas de carga en todos estos accesorios se utiliza la siguiente formula:

$$\Delta P_{ACC\ 1^o} = \frac{1}{3} \cdot \Delta P_{tubo\ 1^o} = \frac{1}{3} \cdot 28.6 = 9.53\ mbar$$

Se puede concluir que las pérdidas de carga del circuito primario debido a los accesorios de la tubería son de 9.53 mbar

### 7.8.3 Pérdidas de cargas totales

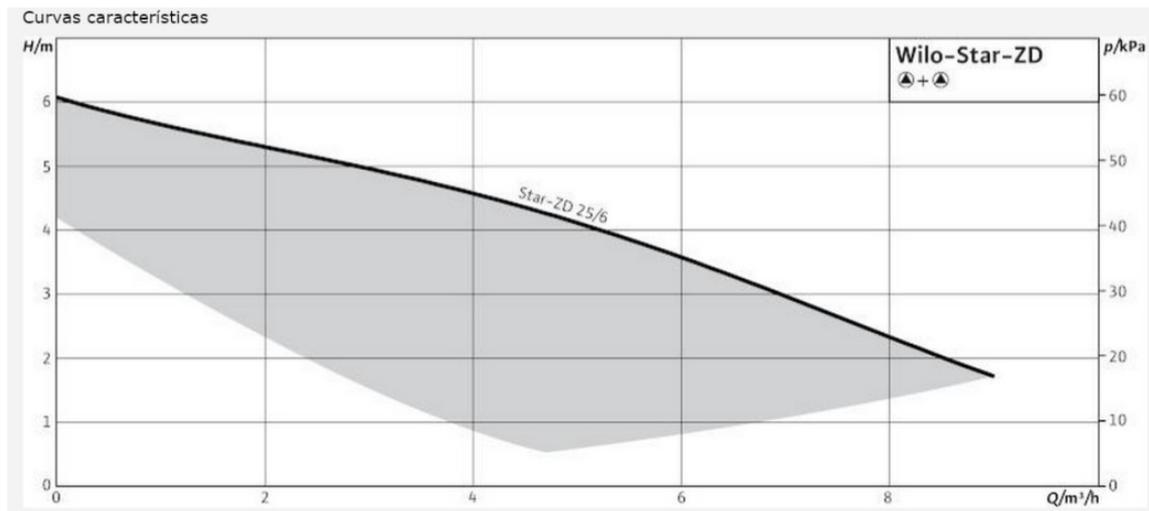
Puesto que no tenemos perdidas en el acumulador las perdidas serán solamente en accesorios y tuberías:

$$P_{totales} = 9.53 + 28.6 = 38.13\ mbar$$

## 7.9 Bomba del circuito primario.

Sabiendo que el caudal de la bomba es de 693 l/h y que las pérdidas de carga del circuito primario es de 38.13mbar, se puede observar que la bomba seleccionada ha sido la bomba Wilo-Star-ZD 25/6 que como se podrá observar en la siguiente gráfica de la curva característica de la bomba.:

$$693\text{l/h} = 0.693\text{m}^3/\text{h}$$



(Fig. 134. Bomba seleccionada Wilo-Star-ZD 25/6)

En la siguiente imagen se puede observar la bomba utilizada en la instalación solar térmica del colegio



(Fig. 135. Representación de la bomba Wilo-Star-ZD 25/6)



### 7.9.1 Motor/componentes electrónicos

- Emisión de interferencias EN 61000-6-3
- Resistencia a interferencias EN 61000-6-2
- Tipo de protección IP 44
- Clase de aislamiento F
- Alimentación eléctrica 1~230 V, 50 Hz
- Velocidad máx.  $n_{\max} 2500$  1/min
- Velocidad  $n$  1400 --- 2500 rpm
- Potencia nominal del motor  $P_2$  57,0 / 29,5 / 13,5 W
- Consumo de potencia 1~230 V  $P_1$  170 / 101 / 128 W
- Protección de motor no requerida(resistente al bloqueo)
- Prensaestopas  $PG$  1x11



# 8. SEGURIDAD CONTRA INCENDIO

## 8.1 Objeto del anexo

Este anexo tiene por objeto la justificación del cumplimiento del Documento Básico del Código Técnico DB-SI, Seguridad en caso de incendio. Tal y como se describe en el DB-SI (artículo 11) “El objetivo del requisito básico “Seguridad en caso de incendio” consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios de un edificio sufran daños derivados de un incendio de origen accidental, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento. Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán, mantendrán y utilizarán de forma que, en caso de incendio, se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes. El Documento Básico DB-SI especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de seguridad en caso de incendio, excepto en el caso de los edificios, establecimientos y zonas de uso industrial a los que les sea de aplicación el “Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales”, en los cuales las exigencias básicas se cumplen mediante dicha aplicación.”

## 8.2 Ámbito de aplicación

El ámbito de aplicación de este DB es el que se establece con carácter general para el conjunto del CTE en su artículo 2 (Parte I) excluyendo los edificios, establecimientos y zonas de uso industrial a los que les sea de aplicación el “Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales”. El edificio se encuentra dentro del ámbito de aplicación ya que se trata de un edificio de uso docente.

Las exigencias básicas son las siguientes:

- Exigencia básica SI 1 Propagación interior.
- Exigencia básica SI 2 Propagación exterior.
- Exigencia básica SI 3 Evacuación de ocupantes.
- Exigencia básica SI 4 Instalaciones de protección contra incendios.
- Exigencia básica SI 5 Intervención de los bomberos.
- Exigencia básica SI 6 Resistencia al fuego de la estructura.

## 8.2.1 SI 1: Propagación interior

### 8.2.1.1 Compartimentación de sectores de incendio

Si el edificio tiene más de una planta, la superficie construida de cada sector de incendio no debe exceder de  $4.000 \text{ m}^2$ . Cuando tenga una única planta, no es preciso que esté compartimentada en sectores de incendio.

### 8.2.1.2 Locales y zonas con riesgo especial

- Los locales y zonas de riesgo especial integrados en los edificios se clasifican según el código técnico de la edificación, conforme los grados de riesgo alto, medio y bajo según los criterios que se establecen en la tabla 2.1. Los locales así clasificados deben cumplir las condiciones que se establecen en la tabla 2.2 de dicho código.
- Los locales destinados a albergar instalaciones y equipos regulados por reglamentos específicos, tales como transformadores, maquinaria de aparatos elevadores, calderas, depósitos de combustible, contadores de gas o electricidad, etc. se rigen, además, por las condiciones que se establecen en dichos reglamentos. Las condiciones de ventilación de los locales y de los equipos exigidas por dicha reglamentación deberán solucionarse de forma compatible con las de compartimentación establecidas en este DB.  
A los efectos de este DB se excluyen los equipos situados en las cubiertas de los edificios, aunque estén protegidos mediante elementos de cobertura.

Nombre del local :Cocina	
Uso	Cocinas según potencia instalada $P^{(!)}(!)$
Tamaño del local	$20 < P < 30 \text{ kw}$
Clasificación	Riesgo bajo
Se cumplen las condiciones de riesgo especial	No

(Fig. 136. Tabla riesgo de incendio: cocina.)

(1) Para la determinación de la potencia instalada sólo se considerarán los aparatos directamente destinados a la preparación de alimentos y susceptibles de provocar ignición. Las freidoras y las sartenes basculantes se computarán a razón de 1 kW por cada litro de capacidad, independientemente de la potencia que tengan.

(2) Los sistemas de extracción de los humos de las cocinas deben



cumplir además las siguientes condiciones especiales:

- Las campanas deben estar separadas al menos 50 cm de cualquier material que no sea A1.
- Los conductos deben ser independientes de toda otra extracción o ventilación y exclusivos para cada cocina. Deben disponer de registros para inspección y limpieza en los cambios de dirección con ángulos mayores que 30° y cada 3 m como máximo de tramo horizontal. Los conductos que discurran por el interior del edificio, así como los que discurran por fachadas a menos de 1,50 m de distancia de zonas de la misma que no sean al menos EI 30, o de balcones, terrazas o huecos practicables tendrán una clasificación EI 30.
- No deben existir compuertas cortafuego en el interior de este tipo de conductos, por lo que su paso a través de elementos de compartimentación de sectores de incendio se debe resolver de la forma que se indica en el apartado 3 de esta Sección.
- Los filtros deben estar separados de los focos de calor más de 1,20 m si son tipo parrilla o de gas, y más de 0,50 m si son de otros tipos. Deben ser fácilmente accesibles y desmontables para su limpieza, tener una inclinación mayor que 45° y poseer una bandeja de recogida de grasas que conduzca éstas hasta un recipiente cerrado cuya capacidad debe ser menor que 3 l.
- Los ventiladores cumplirán las especificaciones de la norma UNE EN 12101-3: 2002 “Especificaciones para aireadores extractores de humos y calor mecánicos.” y tendrán una clasificación F400-90

### 8.2.1.3 Espacios ocultos: paso de instalaciones a través de elementos de compartimentación e incendios

- La compartimentación contra incendios de los espacios ocupables debe tener continuidad en los espacios ocultos, tales como patinillos, cámaras, falsos techos, suelos elevados, etc., salvo cuando éstos estén compartimentados respecto de los primeros al menos con la misma resistencia al fuego, pudiendo reducirse ésta a la mitad en los registros para mantenimiento.
- Se limita a tres plantas y a 10 m el desarrollo vertical de las cámaras no estancas en las que existan elementos cuya clase de reacción al fuego no sea B-s3-d2, BL-s3-d2 o mejor.
- La resistencia al fuego requerida a los elementos de compartimentación de incendios se debe mantener en los puntos en los que dichos elementos son atravesados por elementos de las instalaciones, tales como cables, tuberías, conducciones, conductos de ventilación, etc., excluidas la penetraciones cuya sección de paso no exceda de 50 cm<sup>2</sup> . Para ello puede optarse por una de las siguientes alternativas:
  - Disponer un elemento que, en caso de incendio, obture automáticamente la sección de paso y garantice en dicho punto una resistencia al fuego al menos igual a la del elemento atravesado, por ejemplo, una compuerta cortafuegos automática E<sub>t</sub> (i↔o) siendo t el tiempo de resistencia al fuego requerida al elemento de compartimentación atravesado, o un dispositivo intumescente de obturación.
  - Elementos pasantes que aporten una resistencia al menos igual a la del elemento atravesado, por ejemplo, conductos de ventilación E<sub>t</sub> (i↔o) siendo t el tiempo de resistencia al fuego requerida al elemento de compartimentación atravesado.

### 8.2.1.4 Reacción al fuego de los elementos constructivos, decorativos y de mobiliario

Se cumplen las condiciones de las clases de reacción al fuego de los elementos

Clases de reacción al fuego de los elementos constructivos		
Situación del elemento Revestimientos (1)	De techos y paredes (2) (3)	De suelos (2)
Zonas ocupables (4)	C-s2,d0	EFL
Pasillos y escaleras protegidos	B-s1,d0	CFL-s1
Aparcamientos y recintos de riesgo especial (5)	B-s1,d0	BFL-s1
Espacios ocultos no estancos: patinillos, falsos techos (excepto los existentes dentro de viviendas), o que siendo estancos, contengan instalaciones susceptibles de iniciar o de propagar un incendio.	B-s3,d0	BFL-s2 (6)

constructivos, según se indica en la figura 137

*(Fig. 137. Clases de reacción al fuego de los elementos constructivos)*

- (1) Siempre que superen el 5% de las superficies totales del conjunto de las paredes, del conjunto de los techos o del conjunto de los suelos del recinto considerado.

- (2) Incluye las tuberías y conductos que transcurren por las zonas que se indican sin recubrimiento resistente al fuego. Cuando se trate de tuberías con aislamiento térmico lineal, la clase de reacción al fuego será la que se indica, pero incorporando el subíndice L.
- (3) Incluye a aquellos materiales que constituyan una capa contenida en el interior del techo o pared y que no esté protegida por una capa que sea EI 30 como mínimo.
- (4) Incluye, tanto las de permanencia de personas, como las de circulación que no sean protegidas. Excluye el interior de viviendas. En uso Hospitalario se aplicarán las mismas condiciones que en pasillos y escaleras protegidos. (5) Véase el capítulo 2 de esta Sección.
- (6) Se refiere a la parte inferior de la cavidad. Por ejemplo, en la cámara de los falsos techos se refiere al material situado en la cara superior de la membrana. En espacios con clara configuración vertical (por ejemplo, patinillos) así como cuando el falso techo esté constituido por una celosía, retícula o entramado abierto con una función acústica, decorativa, etc., esta condición no es aplicable

## **8.2.2 SI-2: Propagación exterior**

### **8.2.2.1 Medianerías y fachadas**

No existen elementos verticales de separación con otros edificios ni riesgo de propagación entre sectores ya que el edificio no está compartimentado en sectores de incendio.

### **8.2.2.2 Cubiertas**

En el trabajo no existe riesgo de propagación exterior del incendio por la cubierta ya sea por edificios colindantes o por el mismo edificio.

En el trabajo no existen encuentros entre cubierta y fachada pertenecientes a sectores de incendio o a edificios diferentes.

Los materiales que ocupan más del 10% del revestimiento o acabado exterior de las zonas de cubierta situadas a menos de 5m de distancia de la proyección vertical de zonas de fachada cuya resistencia al fuego no sea al menos EI<sub>60</sub>, incluida la cara superior de los voladizos cuyo saliente exceda de 1m, así como los lucernarios, claraboyas y cualquier otro elemento de iluminación, ventilación o extracción de humo, pertenecen a la clase de reacción al fuego BROOF (t1).

## 8.2.3 SI-3: EVACUACIÓN DE OCUPANTES

### 8.2.3.1 Cálculo de la ocupación

Para calcular la ocupación deben tomarse los valores de densidad de ocupación que se indican en la figura 138 En función de la superficie útil de cada zona, salvo cuando sea previsible una ocupación mayor o bien cuando sea exigible una ocupación menor en aplicación de alguna disposición legal de obligado cumplimiento, como puede ser en el caso de establecimientos hoteleros, docentes, hospitales, etc. En aquellos recintos o zonas no incluidos en la tabla se deben aplicar los valores correspondientes a los que sean más asimilables.

<b>Uso previsto</b>	<b>Zona, tipo de actividad</b>	<b>Ocupación (m<sup>2</sup>/persona)</b>
Cualquiera	Zonas de ocupación ocasional y accesibles únicamente a efectos de mantenimiento: salas de máquinas, locales para material de limpieza, etc.	<i>Ocupación nula</i>
<i>Residencial Vivienda</i>	Plantas de vivienda	20
<i>Residencial Público</i>	Zonas de alojamiento	20
	Salones de uso múltiple	1
<i>Aparcamiento</i> <sup>(2)</sup>	Vestíbulos generales y zonas generales de uso público en plantas de sótano, baja y entreplanta	2
	Vinculado a una actividad sujeta a horarios: comercial, espectáculos, oficina, etc.	15
<i>Administrativo</i>	En otros casos	40
	Plantas o zonas de oficinas	10
<i>Docente</i>	Vestíbulos generales y zonas de uso público	2
	Conjunto de la planta o del edificio	10
	Locales diferentes de aulas, como laboratorios, talleres, gimnasios, salas de dibujo, etc.	5
	Aulas (excepto de escuelas infantiles)	1,5
<i>Hospitalario</i>	Aulas de escuelas infantiles y salas de lectura de bibliotecas	2
	Salas de espera	2
	Zonas de hospitalización	15
	Servicios ambulatorios y de diagnóstico	10
<i>Comercial</i>	Zonas destinadas a tratamiento a pacientes internados	20
	En <i>establecimientos</i> comerciales:	
	áreas de ventas en plantas de sótano, baja y entreplanta	2
	áreas de ventas en plantas diferentes de las anteriores	3
	En zonas comunes de centros comerciales:	
	mercados y galerías de alimentación	2
	plantas de sótano, baja y entreplanta o en cualquier otra con acceso desde el espacio exterior	3
plantas diferentes de las anteriores	5	
En áreas de venta en las que no sea previsible gran afluencia de público, tales como exposición y venta de muebles, de vehículos, etc.	5	

<b>Pública concurcencia</b>	<p>Zonas destinadas a espectadores sentados:  con asientos definidos en el proyecto  sin asientos definidos en el proyecto</p> <p>Zonas de espectadores de pie</p> <p>Zonas de público en discotecas</p> <p>Zonas de público de pie, en bares, cafeterías, etc.</p> <p>Zonas de público en gimnasios:  con aparatos  sin aparatos</p> <p>Piscinas públicas  zonas de baño (superficie de los vasos de las piscinas)  zonas de estancia de público en piscinas descubiertas  vestuarios</p> <p>Salones de uso múltiple en edificios para congresos, hoteles, etc.</p> <p>Zonas de público en restaurantes de "comida rápida", (p. ej: hamburgueserías, pizzerías...)</p> <p>Zonas de público sentado en bares, cafeterías, restaurantes, etc.</p> <p>Salas de espera, salas de lectura en bibliotecas, zonas de uso público en museos, galerías de arte, ferias y exposiciones, etc.</p> <p>Vestíbulos generales, zonas de uso público en plantas de sótano, baja y entreplanta</p> <p>Vestíbulos, vestuarios, camerinos y otras dependencias similares y anejas a salas de espectáculos y de reunión</p> <p>Zonas de público en terminales de transporte</p> <p>Zonas de servicio de bares, restaurantes, cafeterías, etc.</p>
	Archivos, almacenes

(Fig. 138. Superficie útil de cada zona)

En nuestro centro docente dispondremos de la siguiente ocupación:

Recinto o planta	Tipo de uso	Zona, tipo de actividad	Superficie	Ocupación ( $m^2$ /Persona)	N.º de personas
Planta baja	Docente	Aulas de la escuela infantil	230.77	2	115
Planta baja	Cualquiera	Aseos	46.79	Nula	0
Planta baja	Publica concurrencia	Comedor y cocina	41.8	5	8
Planta baja	Docente	Pasillos	169.65	10	17
Planta baja	Archivos,almacenes	Almacén	13.44	40	1
Planta baja	Docente	Despachos	29.24	5	6
<b>TOTAL</b>					<b>147</b>

(Fig. 139. Ocupación de los espacios)

### 8.2.3.2 Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación.

La justificación de cumplimiento de longitudes de evacuación es la que figura en la figura 140.

Nombre del recinto	Uso del recinto	Longitud máxima según DB-SI hasta salida de planta (m)	Longitud máxima hasta salida de planta en el proyecto (m)	Longitud máxima según DB-SI a un punto en que existan al menos dos recorridos alternativos (Solo en caso de más de una salida)	Longitud máxima a un punto en que existan al menos dos recorridos alternativos (Solo en caso de más de una salida)
Aseo 1	Escuela Infantil	35	27.4	25	3.8
Aseo 2	Escuela Infantil	35	26.1	25	6.7
Clase 1	Escuela Infantil	35	28.55	25	6.4
Clase 2	Escuela Infantil	35	22.1	25	7.8
Clase 3	Escuela Infantil	35	15	25	7.8
Clase 4	Escuela Infantil	35	25.1	25	7.8
Despachos	Escuela Infantil	35	15	25	15
Aseo 3	Escuela Infantil	35	12.5	25	12.5
Almacén 1	Escuela Infantil	35	11.6	25	11.6
Almacen 2	Escuela Infantil	35	3.3	25	3.3
Cocina	Escuela Infantil	35	18.9	25	5.3
Aseo 4	Escuela Infantil	35	24.2	25	14.2
Aseo 5	Escuela Infantil	35	29.1	25	14.6
Aseo 6	Escuela Infantil	35	29.3	25	15.7
Aseo 7	Escuela Infantil	35	30	25	15
Comedor	Escuela Infantil	35	31.2	25	8.1
Aula Pc	Escuela Infantil	35	34.2	25	8.1

(Fig. 140. Justificación de cumplimiento de longitudes de evacuación)

### 8.2.3.3 Dimensionado de los medios de evacuación.

Los criterios para la asignación de los ocupantes (apartado 4.1 de la sección SI 3.4 de DB-SI) han sido los siguientes:

1. Cuando en un recinto, en una planta o en el edificio deba existir más de una salida, la distribución de los ocupantes entre ellas a efectos de cálculo debe hacerse suponiendo inutilizada una de ellas, bajo la hipótesis más desfavorable.
2. A efectos del cálculo de la capacidad de evacuación de las escaleras y de la distribución de los ocupantes entre ellas, cuando existan varias, no es preciso suponer inutilizada en su totalidad alguna de las escaleras protegidas existentes. En cambio, cuando existan varias escaleras no protegidas, debe considerarse inutilizada en su totalidad alguna de ellas, bajo la hipótesis más desfavorable.
3. En la planta de desembarco de una escalera, el flujo de personas que la utiliza deberá añadirse a la salida de planta que les corresponda, a efectos de determinar la anchura de esta. Dicho flujo deberá estimarse, o bien en  $160 A$  personas, siendo  $A$  la anchura, en metros, del desembarco de la escalera, o bien en el número de personas que utiliza la escalera en el conjunto de las plantas, cuando este número de personas sea menor que  $160A$ .

Cálculo del dimensionado. En la figura 141 el cálculo del dimensionado de los medios de evacuación según el Apartado 4.2 de la sección SI 3.4 de DB-SI

Nombre de elemento de evacuación	Tipo	Fórmula para el dimensionado	Anchura mínima según fórmula de dimensionado (m)	Anchura de proyecto (m)
Salida Principal	Puerta	$A \geq P / 200$	0.73	1.92
Salidas secundarias	Puerta	$A \geq P / 200$	0.73	0.8
Pasillos	Pasillo	$A \geq P / 200 \geq 1,00 \text{ m}$	1	1.5

(Fig. 141. Cálculo del dimensionado)

$A$  = Anchura del elemento, [m]

$P$  = Número total de personas cuyo paso está previsto por el punto cuya anchura se dimensiona

#### 8.2.3.4 Puertas situadas en recorridos de evacuación

- Las puertas previstas como salida de planta o de edificio y las previstas para la evacuación de más de 50 personas serán abatibles con eje de giro vertical y su sistema de cierre, o bien no actuará mientras haya actividad en las zonas a evacuar, o bien consistirá en un dispositivo de fácil y rápida apertura desde el lado del cual provenga dicha evacuación, sin tener que utilizar una llave y sin tener que actuar sobre más de un mecanismo. Las anteriores condiciones no son aplicables cuando se trate de puertas automáticas.
- Se considera que satisfacen el anterior requisito funcional los dispositivos de apertura mediante manilla o pulsador conforme a la norma UNE EN 179:1997, cuando se trate de la evacuación de zonas ocupadas por personas que en su mayoría utilicen con frecuencia la puerta considerada, así como, en caso contrario y para puertas con apertura en el sentido de la evacuación conforme al punto 3 siguiente, los de barra horizontal de empuje o de deslizamiento conforme a la norma UNEEN 1125:2003 VC1.
- Abrirá en el sentido de la evacuación toda puerta de salida:
  - a) Prevista para el paso de más de 200 personas en edificios de uso Residencial Vivienda o de 100 personas en los demás casos, o bien.
  - b) Prevista para más de 50 ocupantes del recinto o espacio en el que esté situada.

Para la determinación del número de personas que se indica en a) y b) se deberán tener en cuenta los criterios de asignación de los ocupantes establecidos en el apartado 7.2.3.1.

- Cuando existan puertas giratorias, deben disponerse puertas abatibles de apertura manual contiguas a ellas, excepto en el caso de que las giratorias sean automáticas y dispongan de un sistema que permita el abatimiento de sus hojas en el sentido de la evacuación, incluso en el caso de fallo de suministro eléctrico, mediante la aplicación manual de una fuerza no superior a 140 N. La anchura útil de este tipo de puertas y de las de giro automático después de su abatimiento, debe estar dimensionada para la evacuación total prevista.
- Las puertas de apertura automática dispondrán de un sistema tal que, en caso de fallo del mecanismo de apertura o del suministro de energía, abra la puerta e impida que ésta se cierre, o bien que, cuando sean abatibles, permita su apertura manual. En ausencia de dicho sistema, deben disponerse puertas abatibles de apertura manual que cumplan las condiciones indicadas en el párrafo anterior.

### 8.2.3.5 Señalización de los medios de evacuación

- Se utilizarán las señales de evacuación, definidas en la norma UNE 23034:1988, conforme a los siguientes criterios:
  - Las salidas de recinto, planta o edificio tendrán una señal con el rótulo “SALIDA”, excepto en edificios de uso Residencial Vivienda y, en otros usos, cuando se trate de salidas de recintos cuya superficie no exceda de 50 m<sup>2</sup>, sean fácilmente visibles desde todo punto de dichos recintos y los ocupantes estén familiarizados con el edificio.
  - La señal con el rótulo “Salida de emergencia” debe utilizarse en toda salida prevista para uso exclusivo en caso de emergencia.
  - Deben disponerse señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde todo origen de evacuación desde el que no se perciban directamente las salidas o sus señales indicativas y, en particular, frente a toda salida de un recinto con ocupación mayor que 100 personas que acceda lateralmente a un pasillo.
  - En los puntos de los recorridos de evacuación en los que existan alternativas que puedan inducir a error, también se dispondrán las señales antes citadas, de forma tal que quede claramente indicada la alternativa correcta. Tal es el caso de determinados cruces o bifurcaciones de pasillos, así como de aquellas escaleras que, en la planta de salida del edificio, continúen su trazado hacia plantas más bajas, etc.
  - En dichos recorridos, junto a las puertas que no sean salida y que puedan inducir a error en la evacuación debe disponerse la señal con el rótulo “Sin salida” en lugar fácilmente visible pero en ningún caso sobre las hojas de las puertas.
  - Las señales se dispondrán de forma coherente con la asignación de ocupantes que se pretenda hacer a cada salida, conforme a lo establecido en el capítulo 4 de esta Sección.
- Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean fotoluminiscentes, sus características de emisión luminosa debe cumplir lo establecido en la norma UNE 23035-4:2003

### **8.2.3.6 Control del humo de incendio**

Se cumplen las condiciones de evacuación de humos pues no existe ningún caso en el que sea necesario.

### **8.2.3.7 Evacuación de personas con discapacidad en caso de incendio**

El uso seleccionado para el proyecto no es Residencial Vivienda con altura de evacuación superior a 28 m, de uso Residencial Público, Administrativo o Docente con altura de evacuación superior a 14 m, de uso Comercial o Pública Concurrencia con altura de evacuación superior a 10 m o en plantas de uso Aparcamiento cuya superficie exceda de 1.500 m<sup>2</sup>. Todas las plantas de salida del edificio disponen de algún itinerario accesible desde todo origen de evacuación situado en una zona accesible hasta alguna salida del edificio accesible.

## **8.2.4 SI-4: INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**

### **8.2.4.1 Dotación de instalaciones de protección contra incendios**

Los edificios deben disponer de los equipos e instalaciones de protección contra incendios que se indican en la figura 142. El diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de dichas instalaciones, así como sus materiales, componentes y equipos, deben cumplir lo establecido, tanto en el artículo 3.1 de este CTE, como en el “Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios”, en sus disposiciones complementarias y en cualquier otra reglamentación específica que le sea de aplicación. La puesta en funcionamiento de las instalaciones requiere la presentación, ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma, del certificado de la empresa instaladora al que se refiere el artículo 18 del citado reglamento.

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

<b>Dotaciones en General</b>		
<p>Uso previsto: General            Altura de evacuación ascendente: 0,0 m.            Altura de evacuación descendente: 0,0 m.            Superficie: 531.7 m<sup>2</sup></p>		
Dotación Extintor portátil	Condiciones:	<p>Uno de eficacia 21A -113B:            --- A 15 m de recorrido en cada planta, como máximo, desde todo origen de evacuación.            --- En las zonas de riesgo especial conforme al capítulo 2 de la Sección 1 de este DB.</p> <p>Uno de eficacia 21A -113B:            --- A 15 m de recorrido en cada planta, como máximo, desde todo origen de evacuación.            --- En las zonas de riesgo especial conforme al capítulo 2 de la Sección 1 de este DB.</p>
	Notas:	<p>Un extintor en el exterior del local o de la zona y próximo a la puerta de acceso, el cual podrá servir simultáneamente a varios locales o zonas.</p> <p>En el interior del local o de la zona se instalarán además los extintores necesarios para que el recorrido real hasta alguno de ellos, incluido el situado en el exterior, no sea mayor que 15 m en locales de riesgo especial medio o bajo, o que 10 m en locales o zonas de riesgo especial alto</p>

(Fig. 142. Dotaciones en general)

### 8.2.4.2 Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios

- Los medios de protección existentes contra incendios de utilización manual (extintores, bocas de incendio, hidrantes exteriores, pulsadores manuales de alarma y dispositivos de disparo de sistemas de extinción) se señalizan mediante señales definidas en la norma UNE 23033-1 con este tamaño:
  - 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m.
  - 420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m.
  - 594 x 594 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m.
- Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean fotoluminiscentes, sus características de emisión luminosa debe cumplir lo establecido en la norma UNE 23035-4:2003.

## 8.2.5 SI-5: INTERVENCIÓN DE BOMBEROS

### 8.2.5.1 Condiciones de aproximación y entorno

Los viales de aproximación de los vehículos de los bomberos a los espacios de maniobra a los que se refiere el apartado 1.2 de la Sección SI5 del DB-SI, cumplirán las condiciones siguientes:

- Anchura mínima libre 3,5 m.
- Altura mínima libre o gálibo 4,5 m.
- Capacidad portante del vial 20 kN/m<sup>2</sup>.

En los tramos curvos, el carril de rodadura quedará delimitado por la traza de una corona circular cuyos radios mínimos deben ser 5,30 m. y 12,50 m., con una anchura libre para circulación de 7,20 m. El edificio dispone de un espacio de maniobra para los bomberos que cumple las siguientes condiciones a lo largo de las fachadas en las que estén situados los accesos o bien al interior del edificio, o bien al espacio abierto interior en el que se encuentren aquellos:

- Anchura mínima libre 5 m.
- Altura libre la del edificio.
- Separación máxima del vehículo de bomberos a la fachada del edificio:
  - Edificios de hasta 15 m de altura de evacuación: 23 m.
  - Edificios de más de 15 m y hasta 20 m de altura de evacuación: 18 m.
  - Edificios de más de 20 m de altura de evacuación 10 m.

- Distancia máxima hasta los accesos al edificio necesarios para poder llegar hasta todas sus zonas: 30 m.
- Pendiente máxima 10%.
- Resistencia al punzonamiento del suelo 100 kN (10 t) sobre 20 cm.

La condición referida al punzonamiento se cumple en las tapas de registro de las canalizaciones de servicios públicos situadas en los espacios de maniobra, cuando sus dimensiones son mayores que 0,15m x 0,15m, debiendo ceñirse a las especificaciones de la norma UNE-EN 124:1995.

El espacio de maniobra se mantendrá libre de mobiliario urbano, arbolado, jardines, mojones u otros obstáculos. De igual forma, donde se prevea el acceso a una fachada con escaleras o plataformas hidráulicas, se evitarán elementos tales como cables eléctricos aéreos o ramas de árboles que puedan interferir con las escaleras, etc.

No es necesario disponer de un espacio suficiente para la maniobra de los vehículos del servicio de extinción de incendios en los términos descritos en el DB-SI sección 5, pues no existen vías de acceso sin salida de más de 20 m. de largo.

No es necesario disponer de un espacio suficiente para la maniobra de los vehículos del servicio de extinción de incendios en los términos descritos en el DB-SI sección 5, pues no existen vías de acceso sin salida de más de 20 m de largo

#### **8.2.5.2 Accesibilidad por fachada**

- Las fachadas a las que se hace referencia en el apartado 1.2 deben disponer de huecos que permitan el acceso desde el exterior al personal del servicio de extinción de incendios. Dichos huecos deben cumplir las condiciones siguientes:
  - Facilitar el acceso a cada una de las plantas del edificio, de forma que la altura del alféizar respecto del nivel de la planta a la que accede no sea mayor que 1,20 m.
  - Sus dimensiones horizontal y vertical deben ser, al menos, 0,80 m y 1,20 m respectivamente. La distancia máxima entre los ejes verticales de dos huecos consecutivos no debe exceder de 25 m, medida sobre la fachada.
  - No se deben instalar en fachada elementos que impidan o dificulten la accesibilidad al interior del edificio a través de dichos huecos, a excepción de los elementos de seguridad situados en los huecos de las plantas cuya altura de evacuación no exceda de 9 m.

- Los aparcamientos robotizados dispondrán, en cada sector de incendios en que estén compartimentados, de una vía compartimentada con elementos EI 120 y puertas EI2 60-C5 que permita el acceso de los bomberos hasta cada nivel existente, así como de un sistema mecánico de extracción de humo capaz realizar 3 renovaciones/hora.

## **8.2.6 SI-6: RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA**

### **8.2.6.1 Generalidades**

- La elevación de la temperatura que se produce como consecuencia de un incendio en un edificio afecta a su estructura de dos formas diferentes. Por un lado, los materiales ven afectadas sus propiedades, modificándose de forma importante su capacidad mecánica. Por otro, aparecen acciones indirectas como consecuencia de las deformaciones de los elementos, que generalmente dan lugar a tensiones que se suman a las debidas a otras acciones.
- En este Documento Básico se indican únicamente métodos simplificados de cálculo suficientemente aproximados para la mayoría de las situaciones habituales (véase anejos B a F). Estos métodos sólo recogen el estudio de la resistencia al fuego de los elementos estructurales individuales ante la curva normalizada tiempo temperatura.
- Pueden adoptarse otros modelos de incendio para representar las evolución de la temperatura durante el incendio, tales como las denominadas curvas paramétricas o, para efectos locales los modelos de incendio de una o dos zonas o de fuegos localizados o métodos basados en dinámica de fluidos (CFD, según siglas inglesas) tales como los que se contemplan en la norma UNE EN 1991-1-2:2004. En dicha norma se recogen, asimismo, también otras curvas nominales para fuego exterior o para incendios producidos por combustibles de gran poder calorífico, como hidrocarburos, y métodos para el estudio de los elementos externos situados fuera de la envolvente del sector de incendio y a los que el fuego afecta a través de las aberturas en fachada.
- En las normas UNE EN 1992-1-2:1996, UNE EN 1993-1-2:1996, UNE EN 1994-1-2:1996, UNE EN 1995-1-2:1996, se incluyen modelos de resistencia para los materiales.
- 
- Los modelos de incendio citados en el párrafo 3 son adecuados para el estudio de edificios singulares o para el tratamiento global de la estructura o parte de ella, así como cuando se requiera un estudio más ajustado a la situación de incendio real.

- En cualquier caso, también es válido evaluar el comportamiento de una estructura, de parte de ella o de un elemento estructural mediante la realización de los ensayos que establece el Real Decreto 312/2005 de 18 de marzo.
- Si se utilizan los métodos simplificados indicados en este Documento Básico no es necesario tener en cuenta las acciones indirectas derivadas del incendio.

#### 8.2.6.2 Resistencia al fuego de la estructura.

- Se admite que un elemento tiene suficiente resistencia al fuego si, durante la duración del incendio, el valor de cálculo del efecto de las acciones, en todo instante  $t$ , no supera el valor de la resistencia de dicho elemento. En general, basta con hacer la comprobación en el instante de mayor temperatura que, con el modelo de curva normalizada tiempo-temperatura, se produce al final del mismo.
- En el caso de sectores de riesgo mínimo y en aquellos sectores de incendio en los que, por su tamaño y por la distribución de la carga de fuego, no sea previsible la existencia de fuegos totalmente desarrollados, la comprobación de la resistencia al fuego puede hacerse elemento a elemento mediante el estudio por medio de fuegos localizados, según se indica en el Eurocódigo 1 (UNE-EN 1991-1-2: 2004) situando sucesivamente la carga de fuego en la posición previsible más desfavorable.
- En este Documento Básico no se considera la capacidad portante de la estructura tras el incendio.

#### 8.2.6.3 Elementos estructurales principales

La resistencia al fuego de los sectores considerados es la que aparece en la tabla siguiente:

<b>Nombre del sector: Escuela infantil</b>
Uso previsto: Docente
Situación: Planta sobre rasante con altura de evacuación $h \leq 15$ m y su resistencia al fuego es de R60

(Fig. 143. Resistencia del fuego)

#### 8.2.6.4 Elementos estructurales secundarios

- A los elementos estructurales secundarios, tales como los cargaderos o los de las entreplantas de un local, se les exige la misma resistencia al fuego que a los elementos principales si su colapso puede ocasionar daños personales o compromete la estabilidad global, la evacuación o la compartimentación en sectores de incendio del edificio. En otros casos no precisan cumplir ninguna exigencia de resistencia al fuego.
- Las estructuras sustentantes de elementos textiles de cubierta integrados en edificios, tales como carpas, serán R 30, excepto cuando, además ser clase M2 conforme a UNE 23727:1990 según se establece en el Capítulo 4 de la Sección 1 de este DB, el certificado de ensayo acredite la perforación del elemento, en cuyo caso no precisan cumplir ninguna exigencia de resistencia al fuego

#### 8.2.6.5 Determinación de los efectos de las acciones durante el incendio

- Deben ser consideradas las mismas acciones permanentes y variables que en el cálculo en situación permanente, si es probable que actúen en caso de incendio.
- Los efectos de las acciones durante la exposición al incendio deben considerarse según la combinación accidental definida en el Documento Básico DB-SE.
- Los valores de las distintas acciones y coeficientes deben ser obtenidos según se indica en el Documento Básico DB-SE, apartado 4.2.2.
- Si se emplean los métodos indicados en este Documento Básico para el cálculo de la resistencia al fuego estructural puede tomarse como efecto de la acción de incendio únicamente el derivado del efecto de la temperatura en la resistencia del elemento estructural.
- Como simplificación para el cálculo se pueden estimar las acciones de cálculo en situación de incendio a partir de las acciones de cálculo a temperatura normal, como:  $E_{fi,d} = \eta_{fi} E_d$

Siendo:

*Ed*: Efecto de las acciones de cálculo en situación permanente (temperatura normal);

*ηfi*: Factor de reducción.

Donde el factor *ηfi* se puede obtener como:

Donde el subíndice 1 es la acción variable dominante considerada en la situación persistente.

#### 8.2.6.6 Determinación de la resistencia al fuego

- La resistencia al fuego de un elemento puede establecerse de alguna de las formas siguientes:
  - Comprobando las dimensiones de su sección transversal con lo indicado en las distintas tablas según el material dadas en los anejos C a F, para las distintas resistencias al fuego.
  - Obteniendo su resistencia por los métodos simplificados dados en los mismos anejos.
  - Mediante la realización de los ensayos que establece el Real Decreto 312/2005 de 18 de marzo.
- En el análisis del elemento puede considerarse que las coacciones en los apoyos y extremos del elemento durante el tiempo de exposición al fuego no varían con respecto a las que se producen a temperatura normal.

- Cualquier modo de fallo no tenido en cuenta explícitamente en el análisis de esfuerzos o en la respuesta estructural deberá evitarse mediante detalles constructivos apropiados.
- Si el anejo correspondiente al material específico (C a F) no indica lo contrario, los valores de los coeficientes parciales de resistencia en situación de incendio deben tomarse iguales a la unidad:  $\gamma_{M,fi} = 1.5$  En la utilización de algunas tablas de especificaciones de hormigón y acero se considera el coeficiente de sobredimensionado  $\mu_{fi}$ , definido como:

$$\mu_{fi} = \frac{E_{fi,d}}{R_{fi,d,0}}$$

Siendo:

$R_{fi,d,0}$ : Resistencia del elemento estructural en situación de incendio en el instante inicial  $t=0$ , a temperatura normal.



# 9. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

## **9.1 Justificación del estudio de seguridad y salud**

En el **RD 1627/1997 de 24 de Octubre** se especifica la transposición a la legislación nacional de la Directiva 83/391 en Ley 31/95 Prevención de Riesgos Laborales en la cual se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de producción de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo, en el marco de una política coherente, coordinada y eficaz, y la Directiva 92/57 en R.D. 1627/97 disposiciones mínimas de Seguridad y Salud que deben aplicarse en las obras de construcción.

De acuerdo con el Artículo 6 del R.D. 1627/1997, el Estudio de Seguridad y Salud deberá precisar las normas de seguridad y salud aplicables a la obra, contemplando la identificación de los riesgos laborales evitables y las medidas técnicas precisas para ello, la relación de riesgos laborales que no puedan eliminarse especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y cualquier tipo de actividad a desarrollar en obra.

## **9.2 Objeto del estudio de seguridad y salud**

El presente Estudio de Seguridad y Salud establece los riesgos que se originan durante la construcción de dedicada a la a escuela infantil rural en la que se imparte docencia. También se analizan las previsiones respecto a prevención de riesgo de accidentes laborales y de enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento de la edificación proyectada (excluidos los trabajos propios de la actividad de la propia escuela y de la conservación u operación con la maquinaria que pueda contener) y las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Este Estudio de Seguridad y Salud establece, durante el ejercicio de la actividad realizada en las instalaciones, las previsiones respecto a prevención de riesgo de accidentes y enfermedades profesionales, y las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Servirá para dar unas directrices básicas a la empresa para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de prevención de riesgos profesionales, facilitando su desarrollo, bajo el control de la Dirección Facultativa, de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, por el que se implanta la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio Básico de Seguridad y Salud en el Trabajo.



A tal efecto se debe contemplar:

- La identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias.
- Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir riesgos valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas (en su caso, se tendrá en cuenta cualquier otro tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma, y contendrá medidas específicas relativas a los trabajos).
- Previsiones e informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

### **9.3 Normativa de aplicación**

- Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 39/1997 de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1316/1989 de 27 de octubre, sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad relativas a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección individual.
- Real Decreto 1407/1992 de 20 de noviembre, que regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.



- Directiva 89/686/CEE establece las exigencias mínimas esenciales que deberán cumplir todos los equipos de protección individual, independientemente del lugar donde esté ejerciendo la actividad.
- Directiva 89/656/CEE fija las disposiciones mínimas de seguridad y salud que garanticen una protección adecuada del trabajador en la utilización de los equipos de protección individual en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 2291/1985 de 8 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de aparatos de elevación y manutención de los mismos.
- Real Decreto 1435/1992 de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre máquinas.
- Reglamento de Recipientes a presión.
- Real Decreto 487/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos en particular dorso-lumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 488/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, que aprueba el Reglamento electrotécnico de baja tensión.

## **9.4 Datos de la obra**

### **9.4.1 Situación de la obra**

Las obras recogidas en este proyecto consisten en la construcción de una escuela infantil cuya actividad principal será la de impartir clases de docencia para alumnos de entre tres y seis años de edad.

La escuela industrial se sitúa en las coordenadas 38° 40'49.42"N 0° 12'54.2"W en el municipio de Benimartell (Alicante).

### **9.4.2 Procedimientos constructivos, equipos y medios técnicos**

El edificio se construirá mediante procedimientos constructivos convencionales y los medios usuales para el tipo de obra de que se trata.

La explanación y el movimiento de tierras para la preparación del terreno así como la apertura de zanjas para cimentación se realizará mediante el empleo de palas mecánicas adecuadas al tipo de terreno y dimensiones de los elementos.

El relleno y compactación de zanjas se realizará mediante medios mecánicos: palas y compactadores mecánicos o manuales.

El hormigonado se realizará mediante vertido directo de cuba de camión hormigonera o bomba según la altura y accesibilidad del elemento hormigonado.

Todos los hormigones se compactarán mediante vibrador.

Para el montaje de piezas prefabricadas de forjados, encofrados en altura, etc., se emplearán grúas torre o grúas sobre camión.

Los pórticos metálicos, prefabricados en taller, se montarán y ensamblarán en obra mediante grúa sobre camión. Idem en lo relativo al montaje de chapas de cubierta y cerramientos del mismo material.

Se emplearán los medios precisos para soldadura en obra (pinza) y el apriete de tornillos de alta resistencia, calibrados u ordinarios en uniones estructurales.

Los distintos trabajos se realizarán empleando los medios técnicos precisos para que las cargas a elevar manualmente no impliquen problemas a los trabajadores.

## 9.5 Identificación de riesgos

La ejecución de las obras puede dar lugar a la aparición de riesgos de accidentes tanto para el personal de la obra como de suministradores de materiales o elementos para la misma.

Asimismo, en ciertos casos pueden aparecer riesgos de accidentes para personas ajenas, derivadas de actuaciones de máquinas en tránsito exterior o por proyecciones desde el interior de las obras.

### 9.5.1 Riesgos profesionales

Entre los riesgos laborales del personal directamente adscrito a la obra pueden citarse los siguientes:

- Atropellos por maquinaria y vehículos.
- Caída al interior de zanjas.
- Atrapamientos.
- Colisiones y vuelcos.
- Caídas a distinto nivel (desde forjados en construcción, desde altura durante montaje de estructura, elementos de cubierta, etc.).
- Desprendimientos.
- Interferencias con líneas eléctricas.
- Polvo
- Ruidos
- Golpes contra objetos.
- Impactos por caída de objetos.
- Heridas punzantes o aplastamientos en pies y manos.
- Salpicaduras de hormigón en ojos.
- Daños en los ojos por soldaduras.
- Erosiones y contusiones en manipulación.
- Heridas por máquinas cortadoras.
- Cortes con chapa o rebardas.

- Interferencia con tuberías de abastecimiento en servicio.
- Por utilización de productos bituminosos.
- Salpicaduras de productos asfálticos calientes.
- Cierres de zanjas.
- Explosiones de gas de botellas para corte oxiacetilénico.
- Quemaduras.
- Riesgos producidos por agentes atmosféricos.
- Riesgos eléctricos.
- Riesgos de incendio.

### **9.5.2 Medidas preventivas**

- Se cumplirá lo relacionado al orden y limpieza.
- La iluminación será la adecuada en función de la actividad.
- El operario deberá disponer de un sitio de trabajo seguro, no resbaladizo, sin la existencia de obstáculos, aislado del suelo y alejado de la zona de paso.
- El área de trabajo estará señalizado, delimitado.
- Todos los residuos generados en el desempeño de la actividad se depositarán en los contenedores correspondientes.
- Antes de hacer maniobras con equipos de elevación (polipastos, puentes grúa, etc...) para izado de piezas o montura de platos, cunetas, útiles, se debe comprobar el estado de los estrobos, grilletes, que se van a utilizar.
- En el montaje y desmontaje de platos de garras deben protegerse con una cubierta abisagrada para prever posible caída de los mismos.
- Control de la correcta colocación de las protecciones y útiles en los estantes.
- Todos los residuos generados se depositarán en los contenedores.
- Se mantendrán tanto los lugares de paso como las zonas de trabajo libres de obstáculos.
- Se mantendrá la concentración durante el trabajo.



- De las herramientas manuales no eléctricas se verificarán los mangos de los martillos y mazos antes de hacer uso de los mismos.
- La viruta se separará con un gancho apropiado quedando totalmente prohibido retirarlo directamente con las manos. Además, para dicha actividad se hará uso obligatorio de guantes de seguridad tipo montador
- Todas las protecciones de la máquina cumplirán con lo establecido
- Apantallamiento del puesto de trabajo.
- Uso de gafas de seguridad.
- Si se están mecanizando piezas que sobresalgan por el eje del torno se debe proteger y señalizar quedando prohibido el acceso a todo el personal y adecuando la velocidad del torno para evitar desequilibrio de la pieza a mecanizar.
- Es obligatorio llevar la ropa de trabajo ajustada, utilizando mono siempre que sea posible o lo contrario, llevando la camisa por dentro del pantalón, además los puños de la camisa irán abrochados y quedará totalmente prohibido el uso de joyas, anillos, pulseras, relojes, cadenas, etc... susceptibles de ser enganchados.
- En el mecanizado de acabados manuales con papel de lija de esmeril en superficie de interiores queda prohibido realizar esta operación con los dedos de la mano, se empleará un cepillo para la realización de dicha operación, no se manipulará con las manos sobre la pieza a mecanizar o con herramientas de corte con la máquina en marcha.
- Hacer uso de los medios mecánicos necesarios (polipasto, puente grúa...)
- Solicitar ayuda en cuantas personas sean precisas.
- Cumplir con las normas de prevención sobre herramientas eléctricas.
- Antes del inicio de la actividad se comprobará que los cables de alimentación de máquina están en buen estado, y que las protecciones de seguridad se encuentran correctamente posicionadas.



- enclavamiento.
- Manipulación manual de cargas
- De acuerdo con lo establecido, es obligatorio el uso de protección auditiva a partir de un nivel de ruido superior a 85 dB.
- Hacer la desconexión eléctrica fijando la seta de emergencia mediante Una incorrecta manipulación manual puede ocasionar lumbalgias, lesiones en las articulaciones, fatigas innecesarias, cortes, etc. Para evitar todo esto, se han de respetar las siguientes reglas:
- Buscar el equilibrio separando los pies y adelantando uno respecto al otro en el sentido de la marcha.
- Agarrar firmemente la carga con las palmas de las manos.
- Mantener la espalda recta y los brazos estirados. Utilizar la fuerza de las piernas para subir o bajar la carga.
- Procurar no efectuar giros de tronco. Es preferible mover los pies para colocarse en la posición adecuada
- Manutenciones técnicas

Es esencial revisar periódicamente el estado de los equipos y cables de seguridad. A la hora de realizar estas operaciones de manutenciones mecánicas se tendrán en cuenta los siguientes puntos:

- Las carretillas y puentes grúas solo podrán ser manejados por personal autorizado
- Se utilizarán siempre los equipos adecuados a las cargas manejadas
- No se sobrecargarán los equipos.
- No se transportarán personas en las carretillas.
- Nunca se circulará por debajo de cargas suspendidas.

### 9.5.3 Máquinas e instalaciones

En el manejo de máquinas e instalaciones se adoptarán una serie de medidas, tanto para la seguridad del operario como para la mejor conservación de las máquinas e instalaciones, citadas a continuación:

Antes de comenzar el trabajo se comprobará que todos los útiles, equipos y máquinas estén en perfecto estado.

- No se alterarán ni anularán los dispositivos de seguridad.
- No se usarán relojes, anillos o pulseras. Pueden producir enganchamientos y quemaduras de tipo eléctrico. Se evitarán también los cabellos sueltos y la ropa holgada.
- Se avisará al mando correspondiente en caso de anomalía.
- Herramientas portátiles y manuales.

Las medidas a adoptar serán las siguientes:

Es importante utilizar las herramientas adecuadas, que garanticen tanto la seguridad como la calidad de trabajo.

Guardar las herramientas en un lugar adecuado. Conservarlas limpias y en buen estado

- Herramientas eléctricas:
  - Las herramientas eléctricas habrán sido revisadas previamente e irán acompañadas de su correspondiente certificado de revisión.
  - No utilizar cables gastados, pelados o reparados con cinta aislante.
  - Usar enchufes adecuados y en buen estado.
  - En zonas húmedas usar voltaje de seguridad (24 V ó 12 V).
  - No colocar cables sobre hierros, tuberías o muebles de metal, o cruzando vías de circulación.
- Herramientas neumáticas:
  - Previa utilización, se comprobará el buen estado de manguitos y acoplamientos.
  - No se utilizará el aire comprimido ni para aseo personal, ni para limpieza del puesto de trabajo.



- Intervenciones:
  - Las operaciones incorrectas en el mantenimiento y reparación de máquinas e instalaciones son una de las causas más frecuentes de accidentes de trabajo, por lo que se deberán extremar las precauciones en las mismas.
  - Estas intervenciones solo podrán realizarlas el personal autorizado que tomará las siguientes precauciones
    - ✓ Dejar la instalación fuera de servicio siempre que sea posible, y asegurar la imposibilidad de puesta en marcha de la instalación durante la intervención
    - ✓ Utilizar los dispositivos de bloqueo.
    - ✓ No intervenir sobre órganos o elementos de máquinas en movimiento.
  
    - ✓ Antes de la puesta en marcha verificar la ausencia de personal sobre el radio de actuación de la máquina.
  
    - ✓ Al terminar, deja la instalación en perfecto estado
  
    - ✓ Ante todo reflexionar antes de intervenir.
  
- Productos peligrosos:
  - No guardar productos peligrosos en recipientes distintos de los dispuestos para tal fin, adecuados y etiquetados.
  - Respetar las instrucciones del etiquetado.
  - Aplicar las reglas de almacenamiento y, en el puesto de trabajo, acumular solo la cantidad mínima.
  - Evitar los derrames y realizar los vertidos en los lugares previstos para tal fin.
  - Mantener los recipientes tapados y tirar aquellos que estén vacíos.
  - No generar llamas ni chispas en la proximidad de productos inflamables.
  - Utilizar los medios previstos para la evacuación de gases y vapores peligrosos.

### **9.5.4 Riesgos de daños a terceros**

Estos riesgos se minimizan por el emplazamiento de las obras en una zona industrial y con poco tráfico tanto rodado como peatonal por quedar relativamente fuera de los viales de mayor circulación.

No obstante, se considerará la posibilidad de aparición de riesgos de daños a terceros o personas o bienes ajenos a las obras derivados de la entrada y/o salida de vehículos y maquinaria a las vías públicas o por la presencia de curiosos en la proximidad de la obra.

Se señalizará, de acuerdo con la normativa vigente el enlace con las carreteras y caminos, tomándose las adecuadas medidas de seguridad que cada caso requiera. Se señalizará los accesos naturales a la obra prohibiéndose el paso a toda persona ajena a la misma, colocándose en su caso cerramientos.

## **9.6 Prevención de riesgos profesionales**

### **9.6.1 Protecciones colectivas**

Siempre que sea posible se dará prioridad al uso de las protecciones colectivas ya que su efectividad es muy superior a la de las protecciones personales. Sin excluir el uso de estas últimas, en función de los riesgos previstos, son las siguientes:

- Acotamiento y señalización de zonas con riesgo de caída de objetos.
- Pórticos protectores de líneas eléctricas
- Vallas de limitación y protección
- Señales de tráfico
- Señales de seguridad
- Cinta de balizamiento
- Topes de desplazamiento de vehículos para evitar la caída a zanjas
- Jalones de señalización
- Tubo sujeción cinturón de seguridad (para vano central)
- Anclajes para tubo
- Balizamiento luminoso
- Extintores

- Interruptores diferenciales
- Tomas de tierra
- Redes anticaídas
- Barandillas resistentes en los bordes de plataformas o huecos, por los que pudiera producirse caídas de personas

### **9.6.2 Protecciones individuales**

En todas aquellas situaciones en las que por medios técnicos no se puedan eliminar los riesgos existentes, se utilizarán adicionalmente equipos de protección individual adecuados, que estarán debidamente certificados CE y normalizados

Cascos: todas las personas que participan en la obra de cualquier manera (estén o no en zonas de peligro directo), incluso visitantes periódicos o circunstanciales.

- Guantes de USO general.
- Guantes de goma.
- Guantes de soldador.
- Guantes dieléctricos.
- Botas de agua.
- Botas de seguridad de lona.
- Botas de seguridad de cuero.
- Botas dieléctricas.
- Monos o buzos de tallas adecuadas a cada trabajador, teniéndose en cuenta las necesarias reposiciones a lo largo de la obra, según lo previsto en el convenio colectivo provincial de la construcción.
- Trajes de agua.
- Gafas contra impactos y antipolvo.
- Gafas para oxicorte.
- Pantalla de soldador.
- Mascarillas antipolvo.

- Protectores auditivos.
- Polainas de soldador.
- Manguitos de soldador.
- Mandiles de soldador.
- Cinturón de seguridad de sujeción para trabajos en altura.
- Cinturón antivibratorio.
- Chalecos reflectantes para posibles trabajos nocturnos

### **9.6.3 Formación**

De acuerdo con el artículo 18 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que todos los trabajadores y personal en general debe recibir, al ingresar en obra una información comprensible y exposición de los métodos de trabajo y los riesgos que éstos pudieran entrañar, juntamente con las medidas de seguridad que deberán emplear.

Las medidas de seguridad se harán extensivas a los trabajadores autónomos según lo previsto en el artículo 12 del R.D. 1627/1997, sobre Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción. En particular, por lo que respecta a la aplicación de los principios de la acción preventiva según el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales; al cumplimiento de las disposiciones mínimas de seguridad y salud reglamentadas; a la utilización de los equipos de trabajo más adecuados así como a las protecciones individuales necesarias; etc., y al entendimiento y respeto de las indicaciones y cumplimiento de las instrucciones del coordinador en materia de seguridad.

En todo caso, las responsabilidades de los coordinadores de la dirección facultativa y del promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y subcontratistas.

### **9.6.4 Medidas preventivas y principios generales aplicables durante la ejecución de las obras**

Como medidas preventivas para tratar de evitar cierto tipo de accidentes se realizarán las siguientes actividades durante la ejecución:

- La obra se mantendrá en buen estado de orden y limpieza
- El emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo se elegirá teniendo en

cuenta sus condiciones de acceso y las vías o zonas de desplazamiento o circulación

- La manipulación de los distintos materiales y elementos se realizará con los medios adecuados en cada caso
- Se realizará el mantenimiento periódico e inspecciones que requiera las instalaciones y dispositivos a emplear en obra
- Se delimitarán y acondicionarán las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales y elementos prefabricados en su caso
- Se recogerán tras su empleo todos los materiales peligrosos usados
- Se buscará la mejor cooperación entre contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos
- Las interacciones e incompatibilidades entre tajos o actividades dentro de la obra habrán de ser estudiadas con objeto de impedir interferencias que puedan originar problemas derivados de seguridad.

## **9.6.5 Medicina preventiva y primeros auxilios**

### **9.6.5.1 Botiquines**

Se dispondrá de un botiquín conteniendo el material especificado en la Ordenanza de Seguridad e Higiene en el trabajo.

### **9.6.5.2 Asistencia a accidentados**

Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos ( servicios propios, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc. ), donde deben trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Es muy conveniente además disponer en la obra, en un sitio bien visible, de una lista de teléfonos y direcciones de los centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los centros de asistencia.

### **9.6.5.3 Reconocimiento médico**

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra deberá pasar un reconocimiento médico previo al trabajo, y que será repetido en el periodo máximo de un año.

Se analizará el agua destinada al consumo de los trabajadores para garantizar su potabilidad, si no proviene de la red de abastecimiento público de la ciudad.



#### **9.6.5.4 Análisis de riesgos**

La identificación de riesgos o análisis de riesgos, tiene, por objeto describir las fases de ejecución de los trabajos que se realizan con los posibles riesgos de accidentes asociados durante la realización de los mismos.

#### **9.6.6 Evaluación de riesgos**

Una vez tenemos los riesgos identificados, podemos evaluarlos. La evaluación de riesgos es el proceso dirigido a estimar la magnitud de aquellos riesgos que no se hayan podido evitar, obteniendo la información necesaria para establecer unas medidas preventivas. Valoramos los riesgos identificados en función de la probabilidad y consecuencia de su materialización, establecemos un valor del riesgo y una prioridad, detallando todas sus medidas preventivas a llevar a cabo.

La evaluación de riesgos es por tanto, el punto de partida para obtener la información que permita tomar decisiones apropiadas sobre la necesidad y el tipo de medidas preventivas que deben adoptarse para garantizar la seguridad y la protección de la salud de los trabajadores.

#### **9.6.7 Descripción de riesgos de carácter general**

##### **9.6.7.1 Riesgos de caída de personal desde altura**

Todo trabajo que se ejecute en altura se realizará sobre andamios o plataformas de trabajo que han de reunir las condiciones fijadas en la normativa legal vigente, siendo además obligatorio el uso de cinturón de seguridad tipo arnés, que para soldadores habrá que tener la cuerda de amarre de material incombustible.

En los andamios o plataformas colgadas será obligatorio que el personal que se encuentre en la plataforma este sujeto mediante cinturón de seguridad a algún punto no perteneciente a la plataforma.

##### **9.6.7.2 Riesgo de caída de objetos**

Como prevención de estas caídas se colocará rodapiés en todas las plataformas de trabajo, estando prohibido acopiar en ellas todos aquellos materiales o herramientas que no sean imprescindibles.

Asimismo, se adoptarán otras medidas tendentes a evitar los riesgos de caídas de objetos y materiales, tales como: rodapiés, mantas ignífugas, redes de protección, etc.



### **9.6.7.3 Riesgos de los desplazamientos verticales**

Para los accesos a las plataformas de trabajo se utilizarán con prioridad los accesos permanentes previstos, o en su defecto escaleras-torre, o cuando ello no sea posible escaleras de mano con dispositivo antideslizante o convenientemente amarradas. En los andamios o plataformas colgadas se colocarán dispositivos anti-caídas, al que estarán sujetos mediante cinturón de seguridad tipo arnés los trabajadores que se encuentren en ella.

### **9.6.7.4 Riesgos por falta de orden y limpieza**

La acumulación de basuras, restos de materiales, acopios desordenados, etc., constituyen una serie de riesgos potenciales, tales como tropezones y caídas al mismo nivel, caídas de objetos a cotas inferiores, incendios, etc.

Conscientes de estos riesgos, consideramos el orden y la limpieza como un medio de protección colectiva de gran importancia. Se establece, por tanto, como norma a cumplir por todo el personal, la conservación de los lugares de trabajo en adecuado estado de limpieza y el orden en los acopios de materiales, para los cuales, sería conveniente designar una zona en cada zona.

Cada empleado es responsable de mantener limpia y ordenada su zona de trabajo.

Los empleados no pueden considerar su trabajo terminado hasta que las herramientas y medios empleados, resto de equipos y materiales utilizados y los recambios inutilizados, estén recogidos y trasladados al almacén o montón de desperdicios dejando el lugar y área limpia y ordenada.

Los derrames de líquido, aceites, grasa y otros productos, se limpiarán inmediatamente.

Los residuos inflamables como algodones de limpieza, trapos, papeles, restos de madera, recipientes metálicos, contenedores de grasas o aceites y similares, se meterán en recipientes de basura metálicos y tapados.

Las herramientas, medios de trabajo, materiales, suministros y otros equipos nunca obstruirán los pasillos y vías de comunicación dejando aislada alguna zona de la sección.

Todo clavo o ángulo saliente de una tabla o chapa, se eliminará inmediatamente sea doblándolo, cortándolo o retirándolo de suelo o paso.

Las áreas de trabajo y servicios sanitarios comunes a todos los empleados serán usados de modo que se mantengan en perfecto estado.



Los desperdicios (vidrios rotos, recortes de material, trapos, etc.) se depositarán en los recipientes dispuestos al efecto. No se verterán en los mismos, líquidos inflamables, colillas.

Como líquidos de limpieza o desengrasado se emplearán preferentemente detergentes. En los casos en que sea imprescindible limpiar o desengrasar con gasolina u otros derivados del petróleo, estará prohibido fumar.

Las zonas de paso, o señalizadas como peligrosas, deberán mantenerse libres de obstáculos.

Los huecos situados en plano vertical u horizontal deberán protegerse, con barandillas, etc., a una altura mínima de 0,90 m. listón intermedio con rodapiés y estar iluminados, si es posible, de forma que se vean claramente tales protecciones.

Deben estar debidamente acotados y señalizados todos aquellos lugares y zonas de paso donde pueda existir peligro de lesiones personales o daños, materiales.

No deben almacenarse materiales de forma que impidan el libre acceso a los extintores de incendios.

Los materiales almacenados en gran cantidad sobre pisos deben disponerse de forma que el peso quede uniformemente repartido.

No se deben colocar materiales y útiles en lugares donde pueda suponer peligro de tropiezos o caídas sobre personas, máquinas o instalaciones.

Las botellas que contengan gases se almacenarán verticalmente asegurándolas contra las caídas y protegiéndolas de las variaciones notables de temperatura.

Todas las zonas de trabajo y tránsito deberán tener durante el tiempo que se usen como tales, una iluminación natural o artificial apropiada a la labor que se realiza, sin que se produzcan deslumbramientos.

Se mantendrá una ventilación eficiente, natural o artificial en las zonas de trabajo, y especialmente en los lugares, cerrados donde se produzcan gases o vapores tóxicos, explosivos o inflamables.

Las escaleras y pasos elevados estarán provistos de barandillas fijas de construcción sólida.

Está terminantemente prohibido fumar en los locales de almacenamiento de materiales combustibles, según indica la señalización dispuesta al efecto.



Está prohibido retirar cualquier protección de tipo colectivo (barandillas, tabloneros de plataforma de trabajo, escaleras, etc.) sin la debida autorización del mando responsable del tajo previo compromiso de su inmediata reposición al término de la actividad que motivó dicha retirada.

Cuando tengan que levantar rejillas por necesidades de montaje deben colocarse obstáculos físicos (barandillas), o si esto no es posible, señalizado adecuadamente. Al finalizar la jornada laboral y al mediodía al ir a comer, se volverá a colocar en su lugar.

Las operaciones de limpieza se realizarán en los momentos, en la forma y con los medios más adecuados.

#### **9.6.7.5 Riesgos por la falta de iluminación**

De ser necesaria más iluminación puntual en zonas del interior del edificio, se instalarán focos y/o se dotará al personal de lámparas portátiles alimentadas a 24V, a fin de eliminar riesgos derivados de una insuficiente iluminación.

#### **9.6.7.6 Riesgos eléctricos**

Todos los cuadros de alimentación de grupos de soldar y máquinas eléctricas portátiles están protegidos por relés diferenciales, con puesta a tierra de las carcasas. Las máquinas eléctricas manuales que disponen de doble aislamiento no deben conectarse sus carcasas a tierra.

Todas las mangueras de alimentación de cuadros, así como aquellas de los circuitos de soldeo y alargaderas para máquinas eléctricas portátiles serán de sección adecuada y no presentarán deterioro en sus aislamientos.

Los empalmes y conexiones se realizarán de acuerdo con las normas fijadas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Solamente el personal autorizado o cualificado podrá operar en los equipos eléctricos sean cuadros de maniobra, de puesta en marcha de motores, de transformadores, etc.

Los empleados considerarán que todo conductor eléctrico o cable está conectado y bajo tensión. Antes de trabajar en ellos comprobarán la ausencia de tensión con aparato adecuado y lo pondrán en cortocircuito unido a tierra.

Antes de iniciar cualquier trabajo en aparato o conducción eléctrica que se ha desconectado, se unirá a tierra.

Todo equipo eléctrico, lámpara, herramienta, transformador u otro con tensión superior a la seguridad (24 voltios) o que carezca de características dieléctricas de



doble aislamiento, estará unido o conectado con tierra y tendrá un relé diferencial.

Todos los portátiles para alumbrado serán alimentados con corriente de 24 voltios.

Cuando se paren máquinas o equipos activados eléctricamente por reparación, revisión, sustitución u otros motivos en los que haya que ponerse en contacto con la máquina, se señalizará esta y el equipo de maniobra con tarjetas rojas y siempre que sea posible se cortará la alimentación, sea retirando los fusibles o por cualquier otro procedimiento eficaz.

El personal, del servicio eléctrico usará además del equipo personal común a todos los empleados (casco, gafas, manguitos, etc.), el siguiente, todos ellos con el correspondiente certificado CE:

- Guantes de material aislante.
- Alfombra o banqueta aislante.
- Comprobador de tensión.
- Herramientas aisladas homologadas.
- Material de señalización
- Calzado aislante.
- Pantalla facial transparente de policarbono

El personal eléctrico ha de cumplir rigurosamente la norma que prohíbe el uso de anillos, relojes, botones metálicos, hebillas, etc., durante su trabajo.

En incendios de equipos eléctricos no se usarán extintores de espuma o agua. Se emplearán exclusivamente extintores de gas carbónico, polvo químico o halones.

#### **9.6.7.7 Riesgos de proyección de partículas**

Derivados de la utilización de máquinas de esmerilar portátiles y que tienen como consecuencia general la introducción de cuerpos extraños en los ojos.

Para limitar el riesgo a la zona de trabajo, los operarios han de estar protegidos con gafas de seguridad, se colocarán, siempre que sea posible, pantallas que eviten que las proyecciones alcancen a terceras personas.

Mención especial merecen los riesgos que se derivan de realizar soldaduras y operaciones de corte en altura cayendo material fundente sobre personas y materiales, como evidente riesgo de quemaduras e incendios.



Para evitarlo se colocarán mantas de fibra de vidrio o lonas ignífugas que retengan estas partículas incandescentes evitando con ello su caída descontrolada. Asimismo, se dispondrán de extintores, perfectamente señalizados, en zonas próximas a los lugares donde se realicen trabajos con riesgo de incendio.

#### **9.6.7.8 Riesgos generales en los transportes y manejo de carga**

La carga y descarga de materiales y instrumentación en naves se efectuará mediante grúas autopropulsadas, cabestrantes, etc., de potencia varias, adecuados en cada caso a las características de los elementos a maniobrar.

Los estrobos estarán fabricados a partir de cables de alma de cáñamo y composición adecuada con el fin de conseguir la máxima flexibilidad. Los trenzados tendrán longitudes mínimas señaladas en los catálogos y estarán ejecutados con la mayor destreza.

Dichos trenzados estarán completamente protegidos, de tal modo que ninguna punta de alambre sea visible al exterior.

Cada estrobo estará marcado en lugar visible con la carga máxima de trabajo.

Dicha carga no podrá ser superior a un sexto de la carga de rotura del cable al cual está fabricado y habrá sido probado satisfactoriamente a dos veces la carga de trabajo.

Se permitirá la utilización de cables sujetos con grapas, siempre que el número de éstas sean igual o superior a lo especificado en los catálogos del fabricante.

No obstante, en general, no se permitirá la sustitución de estrobos por ese tipo de cable.

El estrobado de carga se realizará de tal forma que la pieza a elevar no se someta a roces excesivos o deformaciones. El sistema de estrobado ofrecerá la máxima garantía en cuanto a estabilidad de carga, y todos los bordes o aristas vivas serán protegidos para evitar daños al cable.

Para el estrobado se utilizarán eslingas y grilletes adecuados que serán revisados antes de su utilización.

En toda maniobra se designará una sola persona que será quien ordene los movimientos correspondientes al gruista.



#### **9.6.7.9 Riesgos generales de herramientas, materiales y máquinas**

Se vigilará especialmente el uso de las herramientas adecuadas para la ejecución de los trabajos y que éstas se encuentren en perfecto estado.

Los andamios y plataformas de trabajo se confeccionarán con arreglo a la normativa legal vigente colocando barandillas, rodapiés, número de tablonos conveniente y accesos adecuados.

Las escaleras fijas y portátiles se mantendrán en perfecto estado.

Los estrobos, cables y cuerdas, utilizadas serán revisados al menos una vez al mes, inutilizándolos o destruyéndolos cuando se detecten deficiencias que rebajen su capacidad. La referida inspección será realizada por el responsable de las maniobras.

Los grupos de soldadura estarán alimentados por cuadros protegidos con relés diferenciales. Para que dichos relés protejan contra contactos eléctricos indirectos, es fundamental que la carcasa de las máquinas está puesta a tierra.

#### **9.6.7.10 Riesgos por carga y descarga de materiales**

Son de aplicación en este caso las normas relativas a izados, debido a que la mayor parte de los materiales se manipularán con la ayuda de grúas.

Cuando haya que desembalar materiales, se utilizarán herramientas apropiadas, y se eliminarán los restos de embalajes que tengan clavos.

La manipulación de materiales es causa de frecuentes contusiones y fracturas.

Para esta tarea se requieren operarios entrenados, por lo que se evitarán, en lo posibles cambios de personal.

Es obligatorio el uso de casco, guantes y botas de seguridad

#### **9.6.7.11 Riesgo de escaleras portátiles**

Queda prohibido el uso de escaleras defectuosas o que no se puedan comprobar si se encuentran en buen estado.

Para trabajos eléctricos se usarán escaleras de madera, poliéster o fibra de vidrio.

Quedan prohibidas para estos trabajos escaleras metálicas, Las escaleras portátiles y especiales (más de 7 m.), estarán provistas de zapatas antideslizantes.



La escalera portátil tendrá una longitud tal que sobrepase un metro por encima del punto o la superficie a donde se quiere llegar. La longitud máxima de las escaleras portátiles no podrá sobrepasar los 5 m, sin un apoyo intermedio en cuyo caso podrá alcanzar la longitud de 7 m. Para mayores alturas se emplearán escaleras especiales.

Las escaleras se colocarán de modo que el ángulo con la vertical bajada del punto superior sea de 15 grados. De otra forma, la distancia entre la citada vertical y las zapatas de apoyo en el suelo deben ser la cuarta parte de la longitud existente entre la zapata del suelo y la intersección con la vertical del punto de apoyo superior.

Todas las escaleras portátiles se apoyarán sobre superficies planas y firmes.

En la proximidad de puertas y pasillos si es necesaria la colocación de una escalera portátil, se hará teniendo la puerta abierta para que sea visible y además protegida para que no pueda recibir golpe alguno.

Siempre que sea posible se amarrará la escalera por su parte superior, en caso de no ser posible habrá una persona en la base de la escalera. En escaleras especiales será obligatorio.

No se empalmarán dos escaleras sencillas.

No se pondrán escaleras por encima de, mecanismos en movimiento o conductores eléctricos desnudos. Si es necesario, antes se habrá parado el mecanismo en movimiento y quitado la energía, de modo inesperado, por una maniobra cualquiera.

Las escaleras de tijera deben estar totalmente abiertas y con el tensor extendido de modo que no permita deslizamiento alguno.

Las escaleras de madera no se pintarán con el fin de poder examinar su estado en todo momento, para su conservación se podrá aplicar un barniz transparente.

El usuario de la escalera portátil se mantendrá vertical o al lado pero siempre dentro del espacio limitado por los largueros de la escalera.

Queda prohibido subir en una escalera a más de un operario simultáneamente. En escaleras no se debe pisar los tres últimos peldaños.

El operario deberá llevar ambas manos libres.

Las escaleras de madera deberán ser ensambladas no clavadas. Para trabajos continuados sobre escalera se deberá utilizar cinturón de seguridad, tipo arnés.

Las escaleras portátiles, no se utilizarán como guías, riostras ni para cualquier otro fin para el que no estén diseñadas.



# 10. Pliego de condiciones

## **10.1. Disposiciones de carácter general.**

### **10.1.1 Objeto del Pliego de Condiciones.**

La finalidad de este Pliego es la de fijar los criterios de la relación que se establece entre los agentes que intervienen en las obras definidas en el presente proyecto y servir de base para la realización del contrato de obra entre el Promotor y el Contratista.

### **10.1.2 Contrato de obra.**

Se recomienda la contratación de la ejecución de las obras por unidades de obra, con arreglo a los documentos del proyecto y en cifras fijas. A tal fin, el Director de Obra ofrece la documentación necesaria para la realización del contrato de obra.

### **10.1.3 Documentación del contrato de obra.**

Integran el contrato de obra los siguientes documentos, relacionados por orden de prelación atendiendo al valor de sus especificaciones, en el caso de posibles interpretaciones, omisiones o contradicciones:

- Las condiciones fijadas en el contrato de obra.
- El presente Pliego de Condiciones.
- La documentación gráfica y escrita del Proyecto: planos generales y de detalle, memorias, anejos, mediciones y presupuestos

En el caso de interpretación, prevalecen las especificaciones literales sobre las gráficas y las cotas sobre las medidas a escala tomadas de los planos.

### **10.1.4 Formalización del Contrato de Obra.**

Los Contratos se formalizarán, en general, mediante documento privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes.

El cuerpo de estos documentos contendrá:

- La comunicación de la adjudicación.
- La copia del recibo de depósito de la fianza (en caso de que se haya exigido).
- La cláusula en la que se exprese, de forma categórica, que el Contratista se obliga al cumplimiento estricto del contrato de obra, conforme a lo previsto en este Pliego de Condiciones, junto con la Memoria y sus Anejos, el Estado de Mediciones, Presupuestos, Planos y todos los documentos que han de servir de base para la realización de las obras definidas en el presente Proyecto.

El Contratista, antes de la formalización del contrato de obra, dará también su conformidad con la firma al pie del Pliego de Condiciones, los Planos, Cuadro de Precios y Presupuesto General.



Serán a cuenta del adjudicatario todos los gastos que ocasione la extensión del documento en que se consigne el Contratista.

#### **10.1.5 Jurisdicción competente.**

En el caso de no llegar a un acuerdo cuando surjan diferencias entre las partes, ambas quedan obligadas a someter la discusión de todas las cuestiones derivadas de su contrato a las Autoridades y Tribunales Administrativos con arreglo a la legislación vigente, renunciando al derecho común y al fuero de su domicilio, siendo competente la jurisdicción donde estuviese ubicada la obra.

#### **10.1.6 Responsabilidad del Contratista.**

El Contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen el Proyecto.

En consecuencia, quedará obligado a la demolición y reconstrucción de todas las unidades de obra con deficiencias o mal ejecutadas, sin que pueda servir de excusa el hecho de que la Dirección Facultativa haya examinado y reconocido la construcción durante sus visitas de obra, ni que hayan sido abonadas en liquidaciones parciales.

#### **10.1.7 Accidentes de trabajo.**

Es de obligado cumplimiento el Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción y demás legislación vigente que, tanto directa como indirectamente, inciden sobre la planificación de la seguridad y salud en el trabajo de la construcción, conservación y mantenimiento de edificios.

Es responsabilidad del Coordinador de Seguridad y Salud, en virtud del Real Decreto 1627/97, el control y el seguimiento, durante toda la ejecución de la obra, del Plan de Seguridad y Salud redactado por el Contratista.

### **10.1.8 Daños y perjuicios a terceros.**

El Contratista será responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la edificación donde se efectúen las obras como en las colindantes o contiguas. Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiere lugar, y de todos los daños y perjuicios que puedan ocasionarse o causarse en las operaciones de la ejecución Asimismo, será responsable de los daños y perjuicios directos o indirectos que se puedan ocasionar frente a terceros como consecuencia de la obra, tanto en ella como en sus alrededores, incluso los que se produzcan por omisión o negligencia del personal a su cargo, así como los que se deriven de los subcontratistas e industriales que intervengan en la obra.

Es de su responsabilidad mantener vigente durante la ejecución de los trabajos una póliza de seguros frente a terceros, en la modalidad de "Todo riesgo al derribo y la construcción", suscrita por una compañía aseguradora con la suficiente solvencia para la cobertura de los trabajos contratados. Dicha póliza será aportada y ratificada por el Promotor o Propiedad, no pudiendo ser cancelada mientras no se firme el Acta de Recepción Provisional de la obra.

de las obras.

### **10.1.9 Copia de documentos**

El Contratista, a su costa, tiene derecho a sacar copias de los documentos integrantes del Proyecto.

### **10.1.10 Suministro de materiales**

Se especificará en el Contrato la responsabilidad que pueda caber al Contratista por retraso en el plazo de terminación o en plazos parciales, como consecuencia de deficiencias o faltas en los suministros.

### **10.1.11 Causas de rescisión del contrato de obra**

Se considerarán causas suficientes de rescisión de contrato:

- La muerte o incapacitación del Contratista. La quiebra del Contratista.
- Las alteraciones del contrato por las causas siguientes:



- La modificación del proyecto en forma tal que represente alteraciones fundamentales del mismo a juicio del Director de Obra y, en cualquier caso, siempre que la variación del Presupuesto de Ejecución Material, como consecuencia de estas modificaciones, represente una desviación mayor del 20%.
- Las modificaciones de unidades de obra, siempre que representen variaciones en más o en menos del 40% del proyecto original, o más de un 50% de unidades de obra del proyecto reformado.
- La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido de un año y, en todo caso, siempre que por causas ajenas al Contratista no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses a partir de la adjudicación. En este caso, la devolución de la fianza será automática.
- Que el Contratista no comience los trabajos dentro del plazo señalado en el contrato
- El incumplimiento de las condiciones del Contrato cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de las obras
- El vencimiento del plazo de ejecución de la obra. El abandono de la obra sin causas justificadas.
- La mala fe en la ejecución de la obra

#### **10.1.12 Omisiones: Buena fe.**

Las relaciones entre el Promotor y el Contratista, reguladas por el presente Pliego de Condiciones y la documentación complementaria, presentan la prestación de un servicio al Promotor por parte del Contratista mediante la ejecución de una obra, basándose en la BUENA FE mutua de ambas partes, que pretenden beneficiarse de esta colaboración sin ningún tipo de perjuicio. Por este motivo, las relaciones entre ambas partes y las omisiones que puedan existir en este Pliego y la documentación complementaria del proyecto y de la obra, se entenderán siempre suplidas por la BUENA FE de las partes, que las subsanarán debidamente con el fin de conseguir una adecuada CALIDAD FINAL de la obra.



## **10.2 Disposiciones relativas a trabajos, materiales y medios auxiliares**

Se describen las disposiciones básicas a considerar en la ejecución de las obras, relativas a los trabajos, materiales y medios auxiliares, así como a las recepciones de los edificios objeto del presente proyecto y sus obras anejas.

### **10.2.1 Accesos y vallados.**

El Contratista dispondrá, por su cuenta, los accesos a la obra, el cerramiento o el vallado de ésta y su mantenimiento durante la ejecución de la obra, pudiendo exigir el Director de Ejecución de la Obra su modificación o mejora.

### **10.2.2 Replanteo.**

El Contratista iniciará "in situ" el replanteo de las obras, señalando las referencias principales que mantendrá como base de posteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta económica. Asimismo, someterá el replanteo a la aprobación del Director de Ejecución de la Obra y, una vez éste haya dado su conformidad, preparará el Acta de Inicio y Replanteo de la Obra acompañada de un plano de replanteo definitivo, que deberá ser aprobado por el Director de Obra. Será responsabilidad del Contratista la deficiencia o la omisión de este trámite.

### **10.2.3 Inicio de la obra y ritmo de ejecución de los trabajos.**

El Contratista dará comienzo a las obras en el plazo especificado en el respectivo contrato, desarrollándose de manera adecuada para que dentro de los períodos parciales señalados se realicen los trabajos, de modo que la ejecución total se lleve a cabo dentro del plazo establecido en el contrato.

Será obligación del Contratista comunicar a la Dirección Facultativa el inicio de las obras, de forma fehaciente y preferiblemente por escrito, al menos con tres días de antelación.

### **10.2.4 Orden de los trabajos.**

La determinación del orden de los trabajos es, generalmente, facultad del Contratista, salvo en aquellos casos en que, por circunstancias de naturaleza técnica, se estime conveniente su variación por parte de la Dirección Facultativa.



### **10.2.5 Facilidades para otros contratistas.**

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista dará todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a los Subcontratistas u otros Contratistas que intervengan en la ejecución de la obra. Todo ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar por la utilización de los medios auxiliares o los suministros de energía u otros conceptos. En caso de litigio, todos ellos se ajustarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

### **10.2.6 Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor.**

Cuando se precise ampliar el Proyecto, por motivo imprevisto o por cualquier incidencia, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones de la Dirección Facultativa en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Contratista está obligado a realizar, con su personal y sus medios materiales, cuanto la Dirección de Ejecución de la Obra disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalces o cualquier obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

### **10.2.7 Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones del proyecto.**

El Contratista podrá requerir del Director de Obra o del Director de Ejecución de la Obra, según sus respectivos cometidos y atribuciones, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de la obra proyectada.

Cuando se trate de interpretar, aclarar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos, croquis, órdenes e instrucciones correspondientes, se comunicarán necesariamente por escrito al Contratista, estando éste a su vez obligado a devolver los originales o las copias, suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos e instrucciones que reciba tanto del Director de Ejecución de la Obra, como del Director de Obra.

Cualquier reclamación que crea oportuno hacer el Contratista en contra de las disposiciones tomadas por la Dirección Facultativa, habrá de dirigirla, dentro del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual le dará el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.



### **10.2.8 Prorroga por causa de fuerza mayor.**

Si, por causa de fuerza mayor o independientemente de la voluntad del Contratista, éste no pudiese comenzar las obras, tuviese que suspenderlas o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para su cumplimiento, previo informe favorable del Director de Obra.

Para ello, el Contratista expondrá, en escrito dirigido al Director de Obra, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

### **10.2.9 Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra.**

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito, no se le hubiese proporcionado.

### **10.2.10 Trabajos defectuosos.**

El Contratista debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en el proyecto, y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo estipulado.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, el Contratista es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que puedan existir por su mala ejecución, no siendo un eximente el que la Dirección Facultativa lo haya examinado o reconocido con anterioridad, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las Certificaciones Parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Director de Ejecución de la Obra advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos y equipos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos o una vez finalizados con anterioridad a la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean sustituidas o demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado a expensas del Contratista. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la sustitución, demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el Director de Obra, quien mediará para resolverla.

### **10.2.11 Vicios ocultos.**

El Contratista es el único responsable de los vicios ocultos y de los defectos de la construcción, durante la ejecución de las obras y el periodo de garantía, hasta los plazos prescritos después de la terminación de las obras en la vigente L.O.E., aparte de otras responsabilidades legales o de cualquier índole que puedan derivarse.

Si el Director de Ejecución de la Obra tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará, cuando estime oportuno, realizar antes de la recepción definitiva los ensayos, destructivos o no, que considere necesarios para reconocer o diagnosticar los trabajos que suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al Director de Obra.

El Contratista demolerá, y reconstruirá posteriormente a su cargo, todas las unidades de obra mal ejecutadas, sus consecuencias, daños y perjuicios, no pudiendo eludir su responsabilidad por el hecho de que el Director de Obra y/o el Director del Ejecución de Obra lo hayan examinado o reconocido con anterioridad, o que haya sido conformada o abonada una parte o la totalidad de las obras mal ejecutadas.

### **10.2.12 Procedencia de materiales, aparatos y equipos.**

El Contratista tiene libertad de proveerse de los materiales, aparatos y equipos de todas clases donde considere oportuno y conveniente para sus intereses, excepto en aquellos casos en los se preceptúe una procedencia y características específicas en el proyecto.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo, acopio y puesta en obra, el Contratista deberá presentar al Director de Ejecución de la Obra una lista completa de los materiales, aparatos y equipos que vaya a utilizar, en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre sus características técnicas, marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

### **10.2.13 Materiales, aparatos y equipos defectuosos.**

Cuando los materiales, aparatos, equipos y elementos de instalaciones no fuesen de la calidad y características técnicas prescritas en el proyecto, no tuvieran la preparación en él exigida o cuando, a falta de prescripciones formales, se reconociera o demostrara que no son los adecuados para su fin, el Director de Obra, a instancias del Director de Ejecución de la Obra, dará la orden al Contratista de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o sean los adecuados al fin al que se destinen.

Si, a los 15 días de recibir el Contratista orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, ésta no ha sido cumplida, podrá hacerlo el Promotor o Propiedad a cuenta de Contratista.

En el caso de que los materiales, aparatos, equipos o elementos de instalaciones fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del Director de Obra, se recibirán con la rebaja del precio que aquél determine, a no ser que el Contratista prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

#### **10.2.14 Limpieza de las obras.**

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

#### **10.2.15 Obras sin prescripciones explícitas**

En la ejecución de trabajos que pertenecen a la construcción de las obras, y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego ni en la restante documentación del proyecto, el Contratista se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las normas y prácticas de la buena construcción.

### **10.3 Disposiciones de las recepciones de edificios y obras anejas.**

#### **10.3.1 Consideraciones de carácter general.**

La recepción de la obra es el acto por el cual el Contratista, una vez concluida la obra, hace entrega de la misma al Promotor y es aceptada por éste. Podrá realizarse con o sin reservas y deberá abarcar la totalidad de la obra o fases completas y terminadas de la misma, cuando así se acuerde por las partes.

La recepción deberá consignarse en un acta firmada, al menos, por el Promotor y el Contratista, haciendo constar:

- Las partes que intervienen.
- La fecha del certificado final de la totalidad de la obra o de la fase completa y terminada de la misma.

- El coste final de la ejecución material de la obra.
- La declaración de la recepción de la obra con o sin reservas, especificando, en su caso, éstas de manera objetiva, y el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados. Una vez subsanados los mismos, se hará constar en un acta aparte, suscrita por los firmantes de la recepción.
- Las garantías que, en su caso, se exijan al Contratista para asegurar sus responsabilidades.

Asimismo, se adjuntará el certificado final de obra suscrito por el Director de Obra y el Director de la Ejecución de la Obra.

El Promotor podrá rechazar la recepción de la obra por considerar que la misma no está terminada o que no se adecúa a las condiciones contractuales.

En todo caso, el rechazo deberá ser motivado por escrito en el acta, en la que se fijará el nuevo plazo para efectuar la recepción.

Salvo pacto expreso en contrario, la recepción de la obra tendrá lugar dentro de los treinta días siguientes a la fecha de su terminación, acreditada en el certificado final de obra, plazo que se contará a partir de la notificación efectuada por escrito al promotor. La recepción se entenderá tácitamente producida si transcurridos treinta días desde la fecha indicada el promotor no hubiera puesto de manifiesto reservas o rechazo motivado por escrito.

El cómputo de los plazos de responsabilidad y garantía será el establecidos en la L.O.E., y se iniciará a partir de la fecha en que se suscriba el acta de recepción, o cuando se entienda ésta tácitamente producida según lo previsto en el apartado anterior.

### **10.3.2 Recepción provisional.**

Treinta días antes de dar por finalizadas las obras, comunicará el Director de Ejecución de la Obra al Promotor o Propiedad la proximidad de su terminación a fin de convenir el acto de la Recepción Provisional.

Ésta se realizará con la intervención de la Propiedad, del Contratista, del Director de Obra y del Director de Ejecución de la Obra. Se convocará también a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.



Practicado un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados por todos ellos. Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas.

Seguidamente, los Técnicos de la Dirección extenderán el correspondiente Certificado de Final de Obra. Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar expresamente en el Acta y se darán al Contratista las oportunas instrucciones para subsanar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Si el Contratista no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el contrato con la pérdida de la fianza.

### **10.3.3 Documentación final de la obra.**

El Director de Ejecución de la Obra, asistido por el Contratista y los técnicos que hubieren intervenido en la obra, redactará la documentación final de las obras, que se facilitará al Promotor, con las especificaciones y contenidos dispuestos por la legislación vigente, en el caso de viviendas, con lo que se establece en los párrafos 2, 3, 4 y 5, del apartado 2 del artículo 4º del Real Decreto 515/1989, de 21 de Abril. Esta documentación incluye el Manual de Uso y Mantenimiento del Edificio.

### **10.3.4 Medición definitiva y liquidación provisional de la obra.**

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por el Director de Ejecución de la Obra a su medición definitiva, con precisa asistencia del Contratista o de su representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que, aprobada por el Director de Obra con su firma, servirá para el abono por el Promotor del saldo resultante menos la cantidad retenida en concepto de fianza.

### **10.3.5 Plazo de garantía.**

El plazo de garantía deberá estipularse en el contrato privado y, en cualquier caso, nunca deberá ser inferior a seis meses

### **10.3.6 Conservación de las obras recibidas provisionalmente.**

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva correrán a cargo y cuenta del Contratista.

Si el edificio fuese ocupado o utilizado antes de la recepción definitiva, la guardería, limpieza y reparaciones ocasionadas por el uso correrán a cargo de la Propiedad y las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo del Contratista.

### **10.3.7 Recepción definitiva.**

La recepción definitiva se realizará después de transcurrido el plazo de garantía, en igual modo y con las mismas formalidades que la provisional. A partir de esa fecha cesará la obligación del Contratista de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la normal conservación de los edificios, y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran derivar de los vicios de construcción.

### **10.3.8 Prórroga del plazo de garantía.**

Si, al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Director de Obra indicará al Contratista los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias. De no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con la pérdida de la fianza.

### **10.3.9 Recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida.**

En caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo fijado, la maquinaria, instalaciones y medios auxiliares, a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa sin problema alguno.

Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán provisionalmente con los trámites establecidos anteriormente. Transcurrido el plazo de garantía, se recibirán definitivamente según lo dispuesto anteriormente.

Para las obras y trabajos no determinados, pero aceptables a juicio del Director de Obra, se efectuará una sola y definitiva recepción.

## **10.4 Disposiciones Facultativas.**

### **10.4.1 Definición y atribuciones de los agentes de la edificación.**

Las atribuciones de los distintos agentes intervinientes en la edificación son las reguladas por la Ley 38/99 de Ordenación de la Edificación (L.O.E.).

Se definen agentes de la edificación todas las personas, físicas o jurídicas, que intervienen en el proceso de la edificación. Sus obligaciones quedan determinadas por lo dispuesto en la L.O.E. y demás disposiciones que sean de aplicación y por el contrato que origina su intervención.

Las definiciones y funciones de los agentes que intervienen en la edificación quedan recogidas en el capítulo III "Agentes de la edificación", considerándose:

#### **10.4.1.1 El Promotor.**

Es la persona física o jurídica, pública o privada, que individual o colectivamente decide, impulsa, programa y financia, con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

Asume la iniciativa de todo el proceso de la edificación, impulsando la gestión necesaria para llevar a cabo la obra inicialmente proyectada, y se hace cargo de todos los costes necesarios.

Según la legislación vigente, a la figura del promotor se equiparan también las de gestor de sociedades cooperativas, comunidades de propietarios, u otras análogas que asumen la gestión económica de la edificación.

Cuando las Administraciones públicas y los organismos sujetos a la legislación de contratos de las Administraciones públicas actúen como promotores, se regirán por la legislación de contratos de las Administraciones públicas y, en lo no contemplado en la misma, por las disposiciones de la L.O.E.



#### **10.4.1.2 El Proyectista.**

Es el agente que, por encargo del promotor y con sujeción a la normativa técnica urbanística correspondiente, redacta el proyecto.

Podrán redactar proyectos parciales del proyecto, o partes que lo complementen, otros técnicos, de forma coordinada con el autor de éste.

Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales u otros documentos técnicos según lo previsto en el apartado 2 del artículo 4 de la L.O.E., cada proyectista asumirá la titularidad de su proyecto.

#### **10.4.1.3 El Constructor o Contratista.**

Es el agente que asume, contractualmente ante el Promotor, el compromiso de ejecutar con medios humanos y materiales, propios o ajenos, las obras o parte de las mismas con sujeción al Proyecto y al Contrato de obra.

#### **10.4.1.4 El Director de Obra.**

Es el agente que, formando parte de la dirección facultativa, dirige el desarrollo de la obra en los aspectos técnicos, estéticos, urbanísticos y medioambientales, de conformidad con el proyecto que la define, la licencia de edificación y demás autorizaciones preceptivas, y las condiciones del contrato, con el objeto de asegurar su adecuación al fin propuesto. Podrán dirigir las obras de los proyectos parciales otros técnicos, bajo la coordinación del Director de Obra.

#### **10.4.1.5 El Director de la Ejecución de la Obra.**

Es el agente que, formando parte de la Dirección Facultativa, asume la función técnica de dirigir la Ejecución Material de la Obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y calidad de lo edificado. Para ello es requisito indispensable el estudio y análisis previo del proyecto de ejecución una vez redactado por el Arquitecto, procediendo a solicitarle, con antelación al inicio de las obras, todas aquellas aclaraciones, subsanaciones o documentos complementarios que, dentro de su competencia y atribuciones legales, estimare necesarios para poder dirigir de manera solvente la ejecución de las mismas.

#### **10.4.1.6 Los suministradores de productos.**

Se consideran suministradores de productos los fabricantes, almacenistas, importadores o vendedores de productos de construcción.

Se entiende por producto de construcción aquel que se fabrica para su incorporación permanente en una obra, incluyendo materiales, elementos semielaborados, componentes y obras o parte de las mismas, tanto terminadas como en proceso de ejecución

#### **10.4.2 Agentes que intervienen en la obra según Ley 38/99 (L.O.E.).**

La relación de agentes intervinientes se encuentra en la memoria descriptiva del proyecto

#### **10.4.3 Agentes en materia de seguridad y salud según R.D. 1627/97.**

La relación de agentes intervinientes en materia de seguridad y salud se encuentra en la memoria descriptiva del proyecto.

#### **10.4.4 La Dirección Facultativa.**

En correspondencia con la L.O.E., la Dirección Facultativa está compuesta por la Dirección de Obra y la Dirección de Ejecución de la Obra. A la Dirección Facultativa se integrará el

Coordinador en materia de Seguridad y Salud en fase de ejecución de la obra, en el caso de que se haya adjudicado dicha misión a facultativo distinto de los anteriores.

Representa técnicamente los intereses del promotor durante la ejecución de la obra, dirigiendo el proceso de construcción en función de las atribuciones profesionales de cada técnico participante.

#### **10.4.5 Visitas facultativas.**

Son las realizadas a la obra de manera conjunta o individual por cualquiera de los miembros que componen la Dirección Facultativa. La intensidad y número de visitas dependerá de los cometidos que a cada agente le son propios, pudiendo variar en función de los requerimientos específicos y de la mayor o menor exigencia presencial requerirle al técnico al efecto en cada caso y según cada una de las fases de la obra. Deberán adaptarse al proceso lógico de construcción, pudiendo los agentes ser o no coincidentes en la obra en función de la fase concreta que se esté desarrollando en cada momento y del cometido exigible a cada cual.



#### **10.4.6 Obligaciones de los agentes intervinientes.**

Las obligaciones de los agentes que intervienen en la edificación son las contenidas en los artículos 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 y 16, del capítulo III de la L.O.E. y demás legislación aplicable.

##### **10.4.6.1 El Promotor.**

Ostentar sobre el solar la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él. Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así como autorizar al Director de Obra, al Director de la Ejecución de la Obra y al Contratista posteriores modificaciones del mismo que fueran imprescindibles para llevar a buen fin lo proyectado.

Elegir y contratar a los distintos agentes, con la titulación y capacitación profesional necesaria, que garanticen el cumplimiento de las condiciones legalmente exigibles para realizar en su globalidad y llevar a buen fin el objeto de lo promovido, en los plazos estipulados y en las condiciones de calidad exigibles mediante el cumplimiento de los requisitos básicos estipulados para los edificios.

Gestionar y hacerse cargo de las preceptivas licencias y demás autorizaciones administrativas procedentes que, de conformidad con la normativa aplicable, conlleva la construcción de edificios, la urbanización que procediera en su entorno inmediato, la realización de obras que en ellos se ejecuten y su ocupación.

Garantizar los daños materiales que el edificio pueda sufrir, para la adecuada protección de los intereses de los usuarios finales, en las condiciones legalmente establecidas, asumiendo la responsabilidad civil de forma personal e individualizada, tanto por actos propios como por actos de otros agentes por los que, con arreglo a la legislación vigente, se deba responder.

La suscripción obligatoria de un seguro, de acuerdo a las normas concretas fijadas al efecto, que cubra los daños materiales que ocasionen en el edificio el incumplimiento de las condiciones de habitabilidad en tres años o que afecten a la seguridad estructural en el plazo de diez años, con especial mención a las viviendas individuales en régimen de autopromoción, que se regirán por lo especialmente legislado al efecto.

Contratar a los técnicos redactores del preceptivo Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico, en su caso, al igual que a los técnicos coordinadores en la materia en la fase que corresponda, todo ello según lo establecido en el R.D. 1627/97, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud en las obras de construcción.

El Promotor no podrá dar orden de inicio de las obras hasta que el Contratista haya



redactado su Plan de Seguridad y, además, éste haya sido aprobado por el Coordinador en Materia de Seguridad y Salud en fase de Ejecución de la obra, dejando constancia expresa en el Acta de Aprobación realizada al efecto.

Efectuar el denominado Aviso Previo a la autoridad laboral competente, haciendo constar los datos de la obra, redactándolo de acuerdo a lo especificado en el Anexo III del RD 1627/97. Copia del mismo deberá exponerse en la obra de forma visible, actualizándolo si fuese necesario.

Suscribir el acta de recepción final de las obras, una vez concluidas éstas, haciendo constar la aceptación de las obras, que podrá efectuarse con o sin reservas y que deberá abarcar la totalidad de las obras o fases completas. En el caso de hacer mención expresa a reservas para la recepción, deberán mencionarse de manera detallada las deficiencias y se deberá hacer constar el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados.

Entregar al adquirente y usuario inicial, en su caso, el denominado Libro del Edificio que contiene el manual de uso y mantenimiento del mismo y demás documentación de obra ejecutada, o cualquier otro documento exigible por las Administraciones competentes.

#### **10.4.6.2 El Proyectista.**

Redactar el proyecto por encargo del Promotor, con sujeción a la normativa urbanística y técnica en vigor y conteniendo la documentación necesaria para tramitar tanto la licencia de obras y demás permisos administrativos -proyecto básico- como para ser interpretada y poder ejecutar totalmente la obra, entregando al Promotor las copias autorizadas correspondientes, debidamente visadas por su colegio profesional.

Definir el concepto global del proyecto de ejecución con el nivel de detalle gráfico y escrito suficiente y calcular los elementos fundamentales del edificio, en especial la cimentación y la estructura. Concretar en el Proyecto el emplazamiento de cuartos de máquinas, de contadores, hornacinas, espacios asignados para subida de conductos, reservas de huecos de ventilación, alojamiento de sistemas de telecomunicación y, en general, de aquellos elementos necesarios en el edificio para facilitar las determinaciones concretas y especificaciones detalladas que son cometido de los proyectos parciales, debiendo éstos adaptarse al Proyecto de Ejecución, no pudiendo contravenirlo en modo alguno. Deberá entregarse necesariamente un ejemplar del proyecto complementario al Arquitecto antes del inicio de las obras o instalaciones correspondientes.



Acordar con el Promotor la contratación de colaboraciones parciales de otros técnicos profesionales.

Facilitar la colaboración necesaria para que se produzca la adecuada coordinación con los proyectos parciales exigibles por la legislación o la normativa vigente y que sea necesario incluir para el desarrollo adecuado del proceso edificatorio, que deberán ser redactados por técnicos competentes, bajo su responsabilidad y suscritos por persona física. Los proyectos parciales serán aquellos redactados por otros técnicos cuya competencia puede ser distinta e incompatible con las competencias del Arquitecto y, por tanto, de exclusiva responsabilidad de éstos.

Elaborar aquellos proyectos parciales o estudios complementarios exigidos por la legislación vigente en los que es legalmente competente para su redacción, excepto declinación expresa del Arquitecto y previo acuerdo con el Promotor, pudiendo exigir la compensación económica en concepto de cesión de derechos de autor y de la propiedad intelectual si se tuviera que entregar a otros técnicos, igualmente competentes para realizar el trabajo, documentos o planos del proyecto por él redactado, en soporte papel o informático.

Ostentar la propiedad intelectual de su trabajo, tanto de la documentación escrita como de los cálculos de cualquier tipo, así como de los planos contenidos en la totalidad del proyecto y cualquiera de sus documentos complementarios.

#### **10.4.6.3 El Constructor o Contratista.**

Tener la capacitación profesional o titulación que habilita para el cumplimiento de las condiciones legalmente exigibles para actuar como constructor.

Organizar los trabajos de construcción para cumplir con los plazos previstos, de acuerdo al correspondiente Plan de Obra, efectuando las instalaciones provisionales y disponiendo de los medios auxiliares necesarios.

Comunicar a la autoridad laboral competente la apertura del centro de trabajo en la que incluirá el Plan de Seguridad y Salud al que se refiere el artículo 7 del RD 1627/97 de 24 de octubre.

Adoptar todas las medidas preventivas que cumplan los preceptos en materia de Prevención de Riesgos laborales y Seguridad y Salud que establece la legislación vigente, redactando el correspondiente Plan de Seguridad y ajustándose al cumplimiento estricto y permanente de lo establecido en el Estudio de Seguridad y Salud, disponiendo de todos los medios necesarios y dotando al personal del equipamiento de seguridad exigibles, así como cumplir las órdenes efectuadas por el



Coordinador en materia de Seguridad y Salud en la fase de Ejecución de la obra.

Supervisar de manera continuada el cumplimiento de las normas de seguridad, tutelando las actividades de los trabajadores a su cargo y, en su caso, relevando de su puesto a todos aquellos que pudieran menoscabar las condiciones básicas de seguridad personales o generales, por no estar en las condiciones adecuadas.

Examinar la documentación aportada por los técnicos redactores correspondientes, tanto del Proyecto de Ejecución como de los proyectos complementarios, así como del Estudio de Seguridad y Salud, verificando que le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitando las aclaraciones pertinentes

Facilitar la labor de la Dirección Facultativa, suscribiendo el Acta de Replanteo, ejecutando las obras con sujeción al Proyecto de Ejecución que deberá haber examinado previamente, a la legislación aplicable, a las Instrucciones del Arquitecto Director de Obra y del Director de la Ejecución Material de la Obra, a fin de alcanzar la calidad exigida en el proyecto.

Efectuar las obras siguiendo los criterios al uso que son propios de la correcta construcción, que tiene la obligación de conocer y poner en práctica, así como de las leyes generales de los materiales o *lex artis*, aun cuando estos criterios no estuvieran específicamente reseñados en su totalidad en la documentación de proyecto. A tal efecto, ostenta la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordina las tareas de los subcontratistas.

Disponer de los medios materiales y humanos que la naturaleza y entidad de la obra impongan, disponiendo del número adecuado de oficiales, suboficiales y peones que la obra requiera en cada momento, bien por personal propio o mediante subcontratistas al efecto, procediendo a solapar aquellos oficios en la obra que sean compatibles entre sí y que permitan acometer distintos trabajos a la vez sin provocar interferencias, contribuyendo con ello a la agilización y finalización de la obra dentro de los plazos previstos.

Ordenar y disponer en cada momento de personal suficiente a su cargo para que efectúe las actuaciones pertinentes para ejecutar las obras con solvencia, diligentemente y sin interrupción, programándolas de manera coordinada con el Arquitecto Técnico o Aparejador, Director de Ejecución Material de la Obra.

Supervisar personalmente y de manera continuada y completa la marcha de las obras,



que deberán transcurrir sin dilación y con adecuado orden y concierto, así como responder directamente de los trabajos efectuados por sus trabajadores subordinados, exigiéndoles el continuo autocontrol de los trabajos que efectúen, y ordenando la modificación de todas aquellas tareas que se presenten mal efectuadas.

Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales utilizados y elementos constructivos, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción facultativa del Director de la Ejecución de la obra, los suministros de material o prefabricados que no cuenten con las garantías, documentación mínima exigible o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación, debiendo recabar de la Dirección Facultativa la información que necesite para cumplir adecuadamente su cometido.

Dotar de material, maquinaria y utillajes adecuados a los operarios que intervengan en la obra, para efectuar adecuadamente las instalaciones necesarias y no menoscabar con la puesta en obra las características y naturaleza de los elementos constructivos que componen el edificio una vez finalizado.

Poner a disposición del Arquitecto Técnico o Aparejador los medios auxiliares y personal necesario para efectuar las pruebas pertinentes para el Control de Calidad, recabando de dicho técnico el plan a seguir en cuanto a las tomas de muestras, traslados, ensayos y demás actuaciones necesarias.

Cuidar de que el personal de la obra guarde el debido respeto a la Dirección Facultativa.

Auxiliar al Director de la Ejecución de la Obra en los actos de replanteo y firmar posteriormente y una vez finalizado éste, el acta correspondiente de inicio de obra, así como la de recepción final.

Facilitar a los Arquitectos Directores de Obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación final de obra ejecutada.

Suscribir las garantías de obra que se señalan en el Artículo 19 de la Ley de Ordenación de la Edificación y que, en función de su naturaleza, alcanzan períodos de 1 año (daños por defectos de terminación o acabado de las obras), 3 años (daños por defectos o vicios de elementos constructivos o de instalaciones que afecten a la habitabilidad) o 10 años (daños en cimentación o estructura que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio).



#### **10.4.6.4 El Director de Obra.**

Dirigir la obra coordinándola con el Proyecto de Ejecución, facilitando su interpretación técnica, económica y estética a los agentes intervinientes en el proceso constructivo.

Detener la obra por causa grave y justificada, que se deberá hacer constar necesariamente en el Libro de Órdenes y Asistencias, dando cuenta inmediata al Promotor.

Redactar las modificaciones, ajustes, rectificaciones o planos complementarios que se precisen para el adecuado desarrollo de las obras. Es facultad expresa y única la redacción de aquellas modificaciones o aclaraciones directamente relacionadas con la adecuación de la cimentación y de la estructura proyectadas a las características geotécnicas del terreno; el cálculo o recálculo del dimensionado y armado de todos y cada uno de los elementos principales y complementarios de la cimentación y de la estructura vertical y horizontal; los que afecten sustancialmente a la distribución de espacios y las soluciones de fachada y cubierta y dimensionado y composición de huecos, así como la modificación de los materiales previstos.

Asesorar al Director de la Ejecución de la Obra en aquellas aclaraciones y dudas que pudieran acontecer para el correcto desarrollo de la misma, en lo que respecta a las interpretaciones de las especificaciones de proyecto.

Asistir a las obras a fin de resolver las contingencias que se produzcan para asegurar la correcta interpretación y ejecución del proyecto, así como impartir las soluciones aclaratorias que fueran necesarias, consignando en el Libro de Ordenes y Asistencias las instrucciones precisas que se estimara oportunas reseñar para la correcta interpretación de lo proyectado, sin perjuicio de efectuar todas las aclaraciones y órdenes verbales que estimare oportuno.

Firmar el Acta de replanteo o de comienzo de obra y el Certificado Final de Obra, así como firmar el visto bueno de las certificaciones parciales referidas al porcentaje de obra efectuada y, en su caso y a instancias del Promotor, la supervisión de la documentación que se le presente relativa a las unidades de obra realmente ejecutadas previa a su liquidación final, todo ello con los visados que en su caso fueran preceptivos.

Informar puntualmente al Promotor de aquellas modificaciones sustanciales que, por razones técnicas o normativas, conllevan una variación de lo construido con respecto al proyecto básico y de ejecución y que afecten o puedan afectar al contrato suscrito entre el promotor y los destinatarios finales de las viviendas.

Redactar la documentación final de obra, en lo que respecta a la documentación



gráfica y escrita del proyecto ejecutado, incorporando las modificaciones efectuadas. Para ello, los técnicos redactores de proyectos y/o estudios complementarios deberán obligatoriamente entregarle la documentación final en la que se haga constar el estado final de las obras y/o instalaciones por ellos redactadas, supervisadas y realmente ejecutadas, siendo responsabilidad de los firmantes la veracidad y exactitud de los documentos presentados.

Al Proyecto Final de Obra se anexará el Acta de Recepción Final; la relación identificativa de los agentes que han intervenido en el proceso de edificación, incluidos todos los subcontratistas y oficios intervinientes; las instrucciones de Uso y Mantenimiento del Edificio y de sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

La documentación a la que se hace referencia en los dos apartados anteriores es parte constituyente del Libro del Edificio y el Promotor deberá entregar una copia completa a los usuarios finales del mismo que, en el caso de edificios de viviendas plurifamiliares, se materializa en un ejemplar que deberá ser custodiado por el Presidente de la Comunidad de Propietarios o por el Administrador, siendo éstos los responsables de divulgar al resto de propietarios su contenido y de hacer cumplir los requisitos de mantenimiento que constan en la citada documentación.

Además de todas las facultades que corresponden al Arquitecto Director de Obra, expresadas en los artículos precedentes, es misión específica suya la dirección mediata, denominada alta dirección en lo que al cumplimiento de las directrices generales del proyecto se refiere, y a la adecuación de lo construido a éste.

Cabe señalar expresamente que la resistencia al cumplimiento de las órdenes de los Arquitectos Directores de Obra en su labor de alta dirección se considerará como falta grave y, en caso de que, a su juicio, el incumplimiento de lo ordenado pusiera en peligro la obra o las personas que en ella trabajan, podrá recusar al Contratista y/o acudir a las autoridades judiciales, siendo responsable el Contratista de las consecuencias legales y económicas.

#### **10.4.6.5 El Director de la Ejecución de la Obra.**

Corresponde al Arquitecto Técnico o Aparejador, según se establece en el Artículo 13 de la LOE y demás legislación vigente al efecto, las atribuciones competenciales y obligaciones que se señalan a continuación:

- La Dirección inmediata de la Obra.
- Verificar personalmente la recepción a pie de obra, previo a su acopio o colocación definitiva, de todos los productos y materiales suministrados necesarios para la ejecución de la obra, comprobando que se ajustan con precisión a las determinaciones del proyecto y a las normas exigibles de calidad, con la plena potestad de aceptación o rechazo de los mismos en caso de que lo considerase oportuno y por causa justificada, ordenando la realización de pruebas y ensayos que fueran necesarios.
- Dirigir la ejecución material de la obra de acuerdo con las especificaciones de la memoria y de los planos del Proyecto, así como, en su caso, con las instrucciones complementarias necesarias que recabara del Director de Obra.
- Anticiparse con la antelación suficiente a las distintas fases de la puesta en obra, requiriendo las aclaraciones al Arquitecto o Arquitectos Directores de Obra que fueran necesarias y planificando de manera anticipada y continuada con el Contratista principal y los subcontratistas los trabajos a efectuar.
- Comprobar los replanteos, los materiales, hormigones y demás productos suministrados, exigiendo la presentación de los oportunos certificados de idoneidad de los mismos.
- Verificar la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, extendiéndose dicho cometido a todos los elementos de cimentación y estructura horizontal y vertical, con comprobación de sus especificaciones concretas de dimensionado de elementos, tipos de viguetas y adecuación a ficha técnica homologada, diámetros nominales, longitudes de anclaje y adecuados solape y doblado de barras.
- Observancia de los tiempos de encofrado y desencofrado de vigas, pilares y forjados señalados por la Instrucción del Hormigón vigente y de aplicación.



- Comprobación del correcto dimensionado de rampas y escaleras y de su adecuado trazado y replanteo con acuerdo a las pendientes, desniveles proyectados y al cumplimiento de todas las normativas que son de aplicación; a dimensiones parciales y totales de elementos, a su forma y geometría específica, así como a las distancias que deben guardarse entre ellos, tanto en horizontal como en vertical.
- Verificación de la adecuada puesta en obra de fábricas y cerramientos, a su correcta y completa trabazón y, en general, a lo que atañe a la ejecución material de la totalidad de la obra y sin excepción alguna, de acuerdo a los criterios y leyes de los materiales y de la correcta construcción (lex artis) y a las normativas de aplicación.
- Asistir a la obra con la frecuencia, dedicación y diligencia necesarias para cumplir eficazmente la debida supervisión de la ejecución de la misma en todas sus fases, desde el replanteo inicial hasta la total finalización del edificio, dando las órdenes precisas de ejecución al Contratista y, en su caso, a los subcontratistas.
- Consignar en el Libro de Órdenes y Asistencias las instrucciones precisas que considerara oportuno reseñar para la correcta ejecución material de las obras.
- Supervisar posteriormente el correcto cumplimiento de las órdenes previamente efectuadas y la adecuación de lo realmente ejecutado a lo ordenado previamente.
- Verificar el adecuado trazado de instalaciones, conductos, acometidas, redes de evacuación y su dimensionado, comprobando su idoneidad y ajuste tanto a las especificaciones del proyecto de ejecución como de los proyectos parciales, coordinando dichas actuaciones con los técnicos redactores correspondientes.
- Detener la Obra si, a su juicio, existiera causa grave y justificada, que se deberá hacer constar necesariamente en el Libro de Órdenes y Asistencias, dando cuenta inmediata a los Arquitectos Directores de Obra que deberán necesariamente corroborarla para su plena efectividad, y al Promotor.
- Supervisar las pruebas pertinentes para el Control de Calidad, respecto a lo especificado por la normativa vigente, en cuyo cometido y obligaciones tiene legalmente competencia exclusiva, programando bajo su responsabilidad y debidamente coordinado y auxiliado por el Contratista, las tomas de muestras, traslados, ensayos y demás actuaciones necesarias de elementos estructurales, así como las pruebas de estanqueidad de fachadas y de sus elementos, de cubiertas y sus impermeabilizaciones, comprobando la eficacia de las soluciones.



- Informar con prontitud a los Arquitectos Directores de Obra de los resultados de los Ensayos de Control conforme se vaya teniendo conocimiento de los mismos, proponiéndole la realización de pruebas complementarias en caso de resultados adversos.
- Tras la oportuna comprobación, emitir las certificaciones parciales o totales relativas a las unidades de obra realmente ejecutadas, con los visados que en su caso fueran preceptivos.
- Colaborar activa y positivamente con los restantes agentes intervinientes, sirviendo de nexo de unión entre éstos, el Contratista, los Subcontratistas y el personal de la obra.
- Elaborar y suscribir responsablemente la documentación final de obra relativa a los resultados del Control de Calidad y, en concreto, a aquellos ensayos y verificaciones de ejecución de obra realizados bajo su supervisión relativos a los elementos de la cimentación, muros y estructura, a las pruebas de estanqueidad y escorrentía de cubiertas y de fachadas, a las verificaciones del funcionamiento de las instalaciones de saneamiento y desagües de pluviales y demás aspectos señalados en la normativa de Control de Calidad.
- Suscribir conjuntamente el Certificado Final de Obra, acreditando con ello su conformidad a la correcta ejecución de las obras y a la comprobación y verificación positiva de los ensayos y pruebas realizadas.
- Si se hiciera caso omiso de las órdenes efectuadas por el Arquitecto Técnico, Director de la Ejecución de las Obras, se considerara como falta grave y, en caso de que, a su juicio, el incumplimiento de lo ordenado pusiera en peligro la obra o las personas que en ella trabajan, podrá acudir a las autoridades judiciales, siendo responsable el Contratista de las consecuencias legales y económicas.

#### **10.4.6.6 Los suministradores de productos.**

Realizar las entregas de los productos de acuerdo con las especificaciones del pedido, respondiendo de su origen, identidad y calidad, así como del cumplimiento de las exigencias que, en su caso, establezca la normativa técnica aplicable.

Facilitar, cuando proceda, las instrucciones de uso y mantenimiento de los productos suministrados, así como las garantías de calidad correspondientes, para su inclusión en la documentación de la obra ejecutada.

#### **10.4.7 Documentación final de obra: Libro del Edificio.**

De acuerdo al Artículo 7 de la Ley de Ordenación de la Edificación, una vez finalizada la obra, el proyecto con la incorporación, en su caso, de las modificaciones debidamente aprobadas, será facilitado al promotor por el Director de Obra para la formalización de los correspondientes trámites administrativos.

A dicha documentación se adjuntará, al menos, el acta de recepción, la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

Toda la documentación a que hacen referencia los apartados anteriores, que constituirá el Libro del Edificio, será entregada a los usuarios finales del edificio.

### **10.5 Disposiciones Económicas**

#### **10.5.1 Definición.**

Las condiciones económicas fijan el marco de relaciones económicas para el abono y recepción de la obra. Tienen un carácter subsidiario respecto al contrato de obra, establecido entre las partes que intervienen, Promotor y Contratista, que es en definitiva el que tiene validez.

#### **10.5.2 Contrato de obra.**

Se aconseja que se firme el contrato de obra, entre el Promotor y el Contratista, antes de iniciarse las obras, evitando en lo posible la realización de la obra por administración. A la Dirección Facultativa (Director de Obra y Director de Ejecución de la Obra) se le facilitará una copia del contrato de obra, para poder certificar en los términos pactados.

Sólo se aconseja contratar por administración aquellas partidas de obra irrelevantes y de difícil cuantificación, o cuando se desee un acabado muy esmerado.

El contrato de obra deberá prever las posibles interpretaciones y discrepancias que pudieran surgir entre las partes, así como garantizar que la Dirección Facultativa pueda, de hecho, COORDINAR, DIRIGIR y CONTROLAR la obra, por lo que es conveniente que se especifiquen y determinen con claridad, como mínimo, los siguientes puntos:

- Documentos a aportar por el Contratista.
- Condiciones de ocupación del solar e inicio de las obras. Determinación de los gastos de enganches y consumos. Responsabilidades y obligaciones del Contratista: Legislación laboral. Responsabilidades y obligaciones del Promotor.



- Presupuesto del Contratista. Revisión de precios (en su caso). Forma de pago: Certificaciones.
  
- Retenciones en concepto de garantía (nunca menos del 5%). Plazos de ejecución:
  - Planning.
  - Retraso de la obra: Penalizaciones.
  - Recepción de la obra: Provisional y definitiva.
  
- Litigio entre las partes.

Dado que este Pliego de Condiciones Económicas es complemento del contrato de obra, en caso de que no exista contrato de obra alguno entre las partes se le comunicará a la Dirección Facultativa, que pondrá a disposición de las partes el presente Pliego de Condiciones Económicas que podrá ser usado como base para la redacción del correspondiente contrato de obra.

### **10.5.3 Criterio General.**

Todos los agentes que intervienen en el proceso de la construcción, definidos en la Ley 38/1999 de Ordenación de la Edificación (L.O.E.), tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas, pudiendo exigirse recíprocamente las garantías suficientes para el cumplimiento diligente de sus obligaciones de pago.

### **10.5.4 Fianzas.**

El Contratista presentará una fianza con arreglo al procedimiento que se estipule en el contrato de obra:

- EJECUCIÓN DE TRABAJOS CON CARGO A LA FIANZA. Si el contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Director de Obra, en nombre y representación del Promotor, los ordenará ejecutar a un tercero, o podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Promotor, en el caso de que el importe de la fianza no bastase para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

### **10.5.5 Devolución de las fianzas.**

La fianza recibida será devuelta al Contratista en un plazo establecido en el contrato de obra, una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. El Promotor podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros y subcontratos.

### **10.5.6 Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales.**

Si el Promotor, con la conformidad del Director de Obra, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el Contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza.

### **10.5.7 De los precios.**

El objetivo principal de la elaboración del presupuesto es anticipar el coste del proceso de construir la obra. Descompondremos el presupuesto en unidades de obra, componente menor que se contrata y certifica por separado, y basándonos en esos precios, calcularemos el presupuesto.

### **10.5.8 Precio básico.**

Es el precio por unidad (ud, m, kg, etc.) de un material dispuesto a pie de obra, (incluido su transporte a obra, descarga en obra, embalajes, etc.) o el precio por hora de la maquinaria y de la mano de obra.

### **10.5.9 Precio unitario.**

Es el precio de una unidad de obra que obtendremos como suma de los siguientes costes:

- Costes directos: calculados como suma de los productos "precio básico x cantidad" de la mano de obra, maquinaria y materiales que intervienen en la ejecución de la unidad de obra.
- Medios auxiliares: Costes directos complementarios, calculados en forma porcentual como porcentaje de otros componentes, debido a que representan los costes directos que intervienen en la ejecución de la unidad de obra y que son de difícil cuantificación. Son diferentes para cada unidad de obra.
- Costes indirectos: aplicados como un porcentaje de la suma de los costes directos y medios auxiliares, igual para cada unidad de obra debido a que representan los costes de los factores necesarios para la ejecución de la obra que no se corresponden a ninguna unidad de obra en concreto.



En relación a la composición de los precios, el vigente Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre) establece que la composición y el cálculo de los precios de las distintas unidades de obra se base en la determinación de los costes directos e indirectos precisos para su ejecución, sin incorporar, en ningún caso, el importe del Impuesto sobre el Valor Añadido que pueda gravar las entregas de bienes o prestaciones de servicios realizados.

Considera costes directos:

- La mano de obra que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que quedan integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria e instalaciones anteriormente citadas.

Deben incluirse como costes indirectos:

- Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorio, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos.
- Todos estos gastos, excepto aquéllos que se reflejen en el presupuesto valorados en unidades de obra o en partidas alzadas, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos, igual para todas las unidades de obra, que adoptará, en cada caso, el autor del proyecto a la vista de la naturaleza de la obra proyectada, de la importancia de su presupuesto y de su previsible plazo de ejecución.
- Las características técnicas de cada unidad de obra, en las que se incluyen todas las especificaciones necesarias para su correcta ejecución, se encuentran en el apartado de 'Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra.', junto a la descripción del proceso de ejecución de la unidad de obra.
- Si en la descripción del proceso de ejecución de la unidad de obra no figurase alguna operación necesaria para su correcta ejecución, se entiende que está



incluida en el precio de la unidad de obra, por lo que no supondrá cargo adicional o aumento de precio de la unidad de obra contratada.

- Para mayor aclaración, se exponen algunas operaciones o trabajos, que se entiende que siempre forman parte del proceso de ejecución de las unidades de obra:
- El transporte y movimiento vertical y horizontal de los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones.
- Eliminación de restos, limpieza final y retirada de residuos a vertedero de obra.
- Transporte de escombros sobrantes a vertedero autorizado.
- Montaje, comprobación y puesta a punto.
- Las correspondientes legalizaciones y permisos en instalaciones. Maquinaria, andamiajes y medios auxiliares necesarios.
- Trabajos que se considerarán siempre incluidos y para no ser reiterativos no se especifican en cada una de las unidades de obra.

#### **10.5.10 Presupuesto de Ejecución Material (PEM).**

Es el resultado de la suma de los precios unitarios de las diferentes unidades de obra que la componen.

Se denomina Presupuesto de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los productos del número de cada unidad de obra por su precio unitario y de las partidas alzadas. Es decir, el coste de la obra sin incluir los gastos generales, el beneficio industrial y el impuesto sobre el valor añadido.

#### **10.5.11 Precios contradictorios.**

Sólo se producirán precios contradictorios cuando el Promotor, por medio del Director de Obra, decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.



El Contratista siempre estará obligado a efectuar los cambios indicados.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Director de Obra y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determine el contrato de obra o, en su defecto, antes de quince días hábiles desde que se le comunique fehacientemente al Director de Obra. Si subsiste la diferencia, se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto y, en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiese se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato de obra. Nunca se tomará para la valoración de los correspondientes precios contradictorios la fecha de la ejecución de la unidad de obra en cuestión.

#### **10.5.12 Reclamación de aumento de precios.**

Si el Contratista, antes de la firma del contrato de obra, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras.

#### **10.5.13 Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios.**

En ningún caso podrá alegar el Contratista los usos y costumbres locales respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obra ejecutadas. Se estará a lo previsto en el Presupuesto y en el criterio de medición en obra recogido en el Pliego.

#### **10.5.14 De la revisión de los precios contratados.**

El presupuesto presentado por el Contratista se entiende que es cerrado, por lo que no se aplicará revisión de precios.

Sólo se procederá a efectuar revisión de precios cuando haya quedado explícitamente determinado en el contrato de obra entre el Promotor y el Contratista.

#### **10.5.15 Acopio de materiales.**

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que el Promotor ordene por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el propietario, son de la exclusiva propiedad de éste, siendo el Contratista responsable de su guarda y conservación.



### **10.5.16 Obras por administración.**

Se denominan "Obras por administración" aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el Promotor, bien por sí mismo, por un representante suyo o por mediación de un Contratista.

Las obras por administración se clasifican en dos modalidades:

- Obras por administración directa.
- Obras por administración delegada o indirecta.

Según la modalidad de contratación, en el contrato de obra se regulará: Su liquidación. El abono al Contratista de las cuentas de administración delegada. Las normas para la adquisición de los materiales y aparatos.

Responsabilidades del Contratista en la contratación por administración en general y, en particular, la debida al bajo rendimiento de los obreros.

### **10.5.17 Valoración y abono de los trabajos.**

#### **10.5.17.1 Forma y plazos de abono de las obras.**

Se realizará por certificaciones de obra y se recogerán las condiciones en el contrato de obra establecido entre las partes que intervienen (Promotor y Contratista) que, en definitiva, es el que tiene validez.

Los pagos se efectuarán por la propiedad en los plazos previamente establecidos en el contrato de obra, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de la obra conformadas por el Director de Ejecución de la Obra, en virtud de las cuáles se verifican aquéllos.

El Director de Ejecución de la Obra realizará, en la forma y condiciones que establezca el criterio de medición en obra incorporado en las Prescripciones en cuanto a la Ejecución por unidad de obra, la medición de las unidades de obra ejecutadas durante el período de tiempo anterior, pudiendo el Contratista presenciar la realización de tales mediciones.

Para las obras o partes de obra que, por sus dimensiones y características, hayan de quedar posterior y definitivamente ocultas, el contratista está obligado a avisar al Director de Ejecución de la Obra con la suficiente antelación, a fin de que éste pueda realizar las correspondientes mediciones y toma de datos, levantando los planos que las definan, cuya conformidad suscribirá el Contratista.



A falta de aviso anticipado, cuya existencia corresponde probar al Contratista, queda éste obligado a aceptar las decisiones del Promotor sobre el particular.

#### **10.5.17.2 Relaciones valoradas y certificaciones.**

En los plazos fijados en el contrato de obra entre el Promotor y el Contratista, éste último formulará una relación valorada de las obras ejecutadas durante las fechas previstas, según la medición practicada por el Director de Ejecución de la Obra.

Las certificaciones de obra serán el resultado de aplicar, a la cantidad de obra realmente ejecutada, los precios contratados de las unidades de obra. Sin embargo, los excesos de obra realizada en unidades, tales como excavaciones y hormigones, que sean imputables al Contratista, no serán objeto de certificación alguna.

Los pagos se efectuarán por el Promotor en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá al de las certificaciones de obra, conformadas por la Dirección Facultativa. Tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la Liquidación Final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones parciales la aceptación, la aprobación, ni la recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. Si la Dirección Facultativa lo exigiera, las certificaciones se extenderán a origen.

#### **10.5.17.3 Mejora de obras libremente ejecutadas.**

Cuando el Contratista, incluso con la autorización del Director de Obra, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el proyecto o sustituyese una clase de fábrica por otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin solicitársela, cualquier otra modificación que sea beneficiosa a juicio de la Dirección Facultativa, no tendrá derecho más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.



#### **10.5.17.4 Abono de trabajos presupuestados con partida alzada.**

El abono de los trabajos presupuestados en partida alzada se efectuará previa justificación por parte del Contratista. Para ello, el Director de Obra indicará al Contratista, con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta.

#### **10.5.17.5 Abono de trabajos especiales no contratados.**

Cuando fuese preciso efectuar cualquier tipo de trabajo de índole especial u ordinaria que, formulará una relación valorada de las obras ejecutadas durante las fechas previstas, según la medición practicada por el Director de Ejecución de la Obra.

Las certificaciones de obra serán el resultado de aplicar, a la cantidad de obra realmente ejecutada, los precios contratados de las unidades de obra. Sin embargo, los excesos de obra realizada en unidades, tales como excavaciones y hormigones, que sean imputables al Contratista, no serán objeto de certificación alguna.

Los pagos se efectuarán por el Promotor en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá al de las certificaciones de obra, conformadas por la Dirección Facultativa. Tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la Liquidación Final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones parciales la aceptación, la aprobación, ni la recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. Si la Dirección Facultativa lo exigiera, las certificaciones se extenderán a origen.

#### **10.5.17.6 Mejora de obras libremente ejecutadas.**

Cuando el Contratista, incluso con la autorización del Director de Obra, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el proyecto o sustituyese una clase de fábrica por otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin solicitársela, cualquier otra modificación que sea beneficiosa a juicio de la Dirección Facultativa, no tendrá derecho más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.



#### **10.5.17.7 Abono de trabajos presupuestados con partida alzada.**

El abono de los trabajos presupuestados en partida alzada se efectuará previa justificación por parte del Contratista. Para ello, el Director de Obra indicará al Contratista, con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta.

#### **10.5.17.8 Abono de trabajos especiales no contratados.**

Cuando fuese preciso efectuar cualquier tipo de trabajo de índole especial u ordinaria que, por no estar contratado, no sea de cuenta del Contratista, y si no se contratasen con tercera persona, tendrá el Contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por la Propiedad por separado y en las condiciones que se estipulen en el contrato de obra.

#### **10.5.17.6 Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía.**

Efectuada la recepción provisional, y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

- Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el Contratista a su debido tiempo, y el Director de obra exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el Presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en el presente Pliego de Condiciones, sin estar sujetos a revisión de precios.
- Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo por el Promotor, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.
- Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al Contratista.



## **10.5.18 Indemnizaciones Mutuas.**

### **10.5.18.1 Indemnización por retraso del plazo de terminación de las obras.**

Si, por causas imputables al Contratista, las obras sufrieran un retraso en su finalización con relación al plazo de ejecución previsto, el Promotor podrá imponer al Contratista, con cargo a la última certificación, las penalizaciones establecidas en el contrato, que nunca serán inferiores al perjuicio que pudiera causar el retraso de la obra.

### **10.5.18.2 Demora de los pagos por parte del Promotor**

Se regulará en el contrato de obra las condiciones a cumplir por parte de ambos.

## **10.5.19 Varios.**

### **10.5.19.1 Mejoras, aumentos y/o reducciones de obra.**

Sólo se admitirán mejoras de obra, en el caso que el Director de Obra haya ordenado por escrito la ejecución de los trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como de los materiales y maquinaria previstos en el contrato.

Sólo se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, en el caso que el Director de Obra haya ordenado por escrito la ampliación de las contratadas como consecuencia de observar errores en las mediciones de proyecto.

En ambos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o maquinaria ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Director de Obra introduzca innovaciones que supongan una reducción en los importes de las unidades de obra contratadas.

### **10.5.19.2 Unidades de obra defectuosas.**

Las obras defectuosas no se valorarán.



#### **10.5.19.3 Seguro de las obras.**

El Contratista está obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva.

#### **10.5.19.4 Conservación de la obra.**

El Contratista está obligado a conservar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva.

#### **10.5.19.5 Uso por el Contratista de edificio o bienes del Promotor.**

No podrá el Contratista hacer uso de edificio o bienes del Promotor durante la ejecución de las obras sin el consentimiento del mismo.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como por resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que se estipule en el contrato de obra.

#### **10.5.19.6 Pago de arbitrios.**

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras y por conceptos inherentes a los propios trabajos que se realizan, correrán a cargo del Contratista, siempre que en el contrato de obra no se estipule lo contrario.

#### **10.5.20 Retenciones en concepto de garantía.**

Del importe total de las certificaciones se descontará un porcentaje, que se retendrá en concepto de garantía. Este valor no deberá ser nunca menor del cinco por cien (5%) y responderá de los trabajos mal ejecutados y de los perjuicios que puedan ocasionarle al Promotor.

Esta retención en concepto de garantía quedará en poder del Promotor durante el tiempo designado como PERIODO DE GARANTÍA, pudiendo ser dicha retención, "en metálico" o mediante un aval bancario que garantice el importe total de la retención.

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Director de Obra, en representación del Promotor, los ordenará ejecutar a un tercero, o podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Promotor, en el caso de que el importe de la fianza no bastase para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.



La fianza retenida en concepto de garantía será devuelta al Contratista en el plazo estipulado en el contrato, una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. El promotor podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas atribuibles a la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros o subcontratos.

#### **10.5.21 Plazos de ejecución: Planning de obra**

En el contrato de obra deberán figurar los plazos de ejecución y entregas, tanto totales como parciales. Además, será conveniente adjuntar al respectivo contrato un Planning de la ejecución de la obra donde figuren de forma gráfica y detallada la duración de las distintas partidas de obra que deberán conformar las partes contratantes.

#### **10.5.22 Liquidación económica de las obras.**

Simultáneamente al libramiento de la última certificación, se procederá al otorgamiento del Acta de Liquidación Económica de las obras, que deberán firmar el Promotor y el Contratista.

En este acto se dará por terminada la obra y se entregarán, en su caso, las llaves, los correspondientes boletines debidamente cumplimentados de acuerdo a la Normativa Vigente, así como los proyectos Técnicos y permisos de las instalaciones contratadas.

Dicha Acta de Liquidación Económica servirá de Acta de Recepción Provisional de las obras, para lo cual será conformada por el Promotor, el Contratista, el Director de Obra y el Director de Ejecución de la Obra, quedando desde dicho momento la conservación y custodia de las mismas a cargo del Promotor.

La citada recepción de las obras, provisional y definitiva, queda regulada según se describe en las Disposiciones Generales del presente Pliego.

#### **10.5.23 Liquidación final de la obra.**

Entre el Promotor y Contratista, la liquidación de la obra deberá hacerse de acuerdo con las certificaciones conformadas por la Dirección de Obra. Si la liquidación se realizara sin el visto bueno de la Dirección de Obra, ésta sólo mediará, en caso de desavenencia o desacuerdo, en el recurso ante los Tribunales.

## **10.6. Pliego de condiciones técnicas particulares.**

### **10.6.1 Prescripciones sobre los materiales.**

Para facilitar la labor a realizar, por parte del Director de la Ejecución de la Obra, para el control de recepción en obra de los productos, equipos y sistemas que se suministren a la obra de acuerdo con lo especificado en el artículo 7.2. del CTE, en el presente proyecto se especifican las características técnicas que deberán cumplir los productos, equipos y sistemas suministrados.

Los productos, equipos y sistemas suministrados deberán cumplir las condiciones que sobre ellos se especifican en los distintos documentos que componen el Proyecto. Asimismo, sus calidades serán acordes con las distintas normas que sobre ellos estén publicadas y que tendrán un carácter de complementariedad a este apartado del Pliego. Tendrán preferencia en cuanto a su aceptabilidad aquellos materiales que estén en posesión de Documento de Idoneidad Técnica que avale sus calidades, emitido por Organismos Técnicos reconocidos.

Este control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas comprenderá según el artículo 7.2. del CTE:

El control de la documentación de los suministros, realizado de acuerdo con el artículo 7.2.1.

El control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad, según el artículo 3.2.2.

Por parte del Constructor o Contratista debe existir obligación de comunicar a los suministradores de productos las calidades que se exigen para los distintos materiales, aconsejándose que previamente al empleo de los mismos se solicite la aprobación del Director de Ejecución de la Obra y de las entidades y laboratorios encargados del control de calidad de la obra.

El Contratista será responsable de que los materiales empleados cumplan con las condiciones exigidas, independientemente del nivel de control de calidad que se establezca para la aceptación de los mismos.

El Contratista notificará al Director de Ejecución de la Obra, con suficiente antelación, la procedencia de los materiales que se proponga utilizar, aportando, cuando así lo solicite el Director de Ejecución de la Obra, las muestras y datos necesarios para decidir acerca de su aceptación.



Estos materiales serán reconocidos por el Director de Ejecución de la Obra antes de su empleo en obra, sin cuya aprobación no podrán ser acopiados en obra ni se podrá proceder a su colocación. Así mismo, aún después de colocados en obra, aquellos materiales que presenten defectos no percibidos en el primer reconocimiento, siempre que vaya en perjuicio del buen acabado de la obra, serán retirados de la obra. Todos los gastos que ello ocasionase serán a cargo del Contratista.

El hecho de que el Contratista subcontrate cualquier partida de obra no le exime de su responsabilidad.

La simple inspección o examen por parte de los Técnicos no supone la recepción absoluta de los mismos, siendo los oportunos ensayos los que determinen su idoneidad, no extinguiéndose la responsabilidad contractual del Contratista a estos efectos hasta la recepción definitiva de la obra.

#### **10.6.1.1 Garantías de calidad (Marcado CE)**

El término producto de construcción queda definido como cualquier producto fabricado para su incorporación, con carácter permanente, a las obras de edificación e ingeniería civil que tengan incidencia sobre los siguientes requisitos esenciales:

- Resistencia mecánica y estabilidad.
- Seguridad en caso de incendio.
- Higiene, salud y medio ambiente. Seguridad de utilización.
- Protección contra el ruido.
- Ahorro de energía y aislamiento térmico.

El marcado CE de un producto de construcción indica:

- Que éste cumple con unas determinadas especificaciones técnicas relacionadas con los requisitos esenciales contenidos en las Normas Armonizadas (EN) y en las Guías DITE (Guías para el Documento de Idoneidad Técnica Europeo).
- Que se ha cumplido el sistema de evaluación de la conformidad establecido por la correspondiente Decisión de la Comisión Europea.

Siendo el fabricante el responsable de su fijación y la Administración competente en materia de industria la que vele por la correcta utilización del marcado CE.

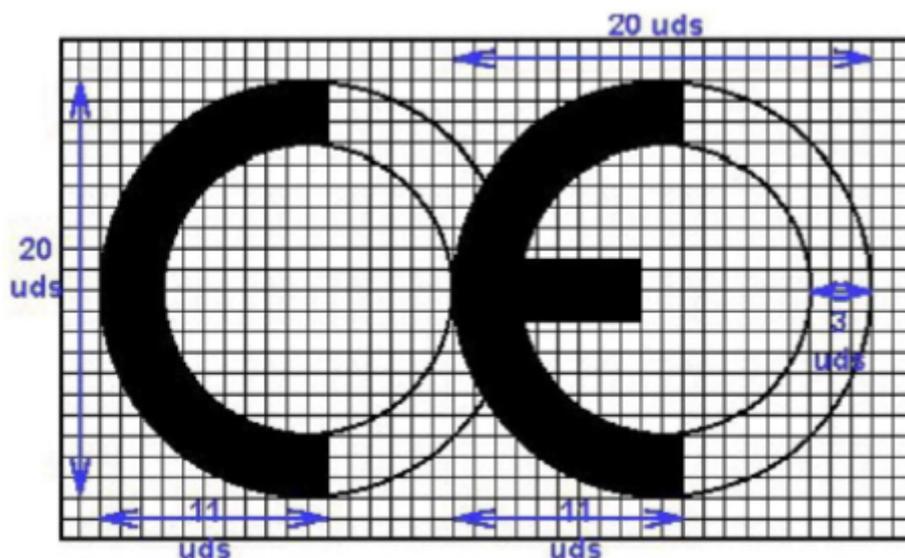
Es obligación del Director de la Ejecución de la Obra verificar si los productos que entran en la obra están afectados por el cumplimiento del sistema del marcado CE y, en caso de ser así, si se cumplen las condiciones establecidas en el Real Decreto 1630/1992 por el que se transpone a nuestro ordenamiento legal la Directiva de Productos de Construcción 89/106/CEE.

El marcado CE se materializa mediante el símbolo "CE" acompañado de una información complementaria.

El fabricante debe cuidar de que el marcado CE figure, por orden de preferencia:

- En el producto propiamente dicho.
- En una etiqueta adherida al mismo.
- En su envase o embalaje.
- En la documentación comercial que le acompaña.

Las letras del símbolo CE se realizan según el dibujo adjunto y deben tener una dimensión vertical no inferior a 5 mm.



Además del símbolo CE deben estar situadas en una de las cuatro posibles localizaciones una serie de inscripciones complementarias, cuyo contenido específico se determina en las normas armonizadas y Guías DITE para cada familia de productos, entre las que se incluyen:

- el número de identificación del organismo notificado (cuando proceda) el nombre comercial o la marca distintiva del fabricante

- la dirección del fabricante
- el nombre comercial o la marca distintiva de la fábrica
- las dos últimas cifras del año en el que se ha estampado el marcado en el producto el número del certificado CE de conformidad (cuando proceda)
- el número de la norma armonizada y en caso de verse afectada por varias los números de todas ellas
- la designación del producto, su uso previsto y su designación normalizada información adicional que permita identificar las características del producto atendiendo a sus especificaciones técnicas.

Las inscripciones complementarias del marcado CE no tienen por qué tener un formato, tipo de letra, color o composición especial, debiendo cumplir únicamente las características reseñadas anteriormente para el símbolo.

Ejemplo de marcado CE:

<b>CE</b>	Símbolo
0123	Nº de organismo notificado
Empresa	Nombre del fabricante
Dirección registrada	Dirección del fabricante
Fábrica	Nombre de la fábrica
Año	Dos últimas cifras del año
0123-CPD-0456	Nº del certificado de conformidad
EN 197-1	Norma armonizada
CEM I 42.5 R	Designación normalizada
Límite de cloruros (%)	Información adicional
Límite de pérdida por calcinación de cenizas (%)	

Dentro de las características del producto podemos encontrar que alguna de ellas presente la mención "Prestación no determinada" (PND).

La opción PND es una clase que puede ser considerada si al menos un estado miembro no tiene requisitos legales para una determinada característica y el fabricante no desea facilitar el valor de esa característica.



### **10.6.2 Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra.**

Las prescripciones para la ejecución de cada una de las diferentes unidades de obra se organizan en los siguientes apartados:

**MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.**

Se especifican, en caso de que existan, las posibles incompatibilidades, tanto físicas como químicas, entre los diversos componentes que componen la unidad de obra, o entre el soporte y los componentes.

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.**

Se describe la unidad de obra, detallando de manera pormenorizada los elementos que la componen, con la nomenclatura específica correcta de cada uno de ellos, de acuerdo a los criterios que marca la propia normativa.

**NORMATIVA DE APLICACIÓN.**

Se especifican las normas que afectan a la realización de la unidad de obra.

**CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.**

Indica cómo se ha medido la unidad de obra en la fase de redacción del proyecto, medición que luego será comprobada en obra.

**CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.**

Antes de iniciarse los trabajos de ejecución de cada una de las unidades de obra, el Director de la Ejecución de la Obra habrá recepcionado los materiales y los certificados acreditativos exigibles, en base a lo establecido en la documentación pertinente por el técnico redactor del proyecto. Será preceptiva la aceptación previa por parte del Director de la Ejecución de la Obra de todos los materiales que constituyen la unidad de obra.

Así mismo, se realizarán una serie de comprobaciones previas sobre las condiciones del soporte, las condiciones ambientales del entorno, y la cualificación de la mano de obra, en su caso.

**DEL SOPORTE.**

Se establecen una serie de requisitos previos sobre el estado de las unidades de obra realizadas previamente, que pueden servir de soporte a la nueva unidad de obra.

**AMBIENTALES.**

En determinadas condiciones climáticas (viento, lluvia, humedad, etc.) no podrán iniciarse los trabajos de ejecución de la unidad de obra, o será necesario adoptar una serie de medidas protectoras.



#### DEL CONTRATISTA.

En algunos casos, será necesaria la presentación al Director de la Ejecución de la Obra de una serie de documentos por parte del Contratista, que acrediten su cualificación para realizar cierto tipo de trabajos.

#### PROCESO DE EJECUCIÓN.

En este apartado se desarrolla el proceso de ejecución de cada unidad de obra, asegurando en cada momento las condiciones que permitan conseguir el nivel de calidad previsto para cada elemento constructivo en particular.

#### FASES DE EJECUCIÓN.

Se enumeran, por orden de ejecución, las fases de las que consta el proceso de ejecución de la unidad de obra.

#### CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

Se hace referencia a las condiciones en las que debe finalizarse cada unidad de obra, una vez aceptada, para que no interfiera negativamente en el proceso de ejecución del resto de unidades y quede garantizado su buen funcionamiento.

Una vez terminados los trabajos correspondientes a la ejecución de cada unidad de obra, el Contratista retirará los medios auxiliares y procederá a la limpieza del elemento realizado y de las zonas de trabajo, recogiendo los restos de materiales y demás residuos originados por las operaciones realizadas para ejecutar la unidad de obra, siendo todos ellos clasificados, cargados y transportados a centro de reciclaje, vertedero específico o centro de acogida o transferencia.

#### CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

En algunas unidades de obra se establecen las condiciones en que deben protegerse para la correcta conservación y mantenimiento en obra, hasta su recepción final.

#### COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE LAS MISMAS.

Indica cómo se comprobarán en obra las mediciones de Proyecto, una vez superados todos los controles de calidad y obtenida la aceptación final por parte del Director de Ejecución de la Obra.

La medición del número de unidades de obra que ha de abonarse se realizará, en su caso, de acuerdo con las normas que establece este capítulo, tendrá lugar en presencia y con intervención del Contratista, entendiéndose que éste renuncia a tal derecho si, avisado oportunamente, no compareciese a tiempo. En tal caso, será válido el resultado que el Director de Ejecución de la Obra consigne.



Todas las unidades de obra se abonarán a los precios establecidos en el Presupuesto. Dichos precios se abonarán por las unidades terminadas y ejecutadas con arreglo al presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra.

Estas unidades comprenden el suministro, cánones, transporte, manipulación y empleo de los materiales, maquinaria, medios auxiliares, mano de obra necesaria para su ejecución y costes indirectos derivados de estos conceptos, así como cuantas necesidades circunstanciales se requieran para la ejecución de la obra, tales como indemnizaciones por daños a terceros u ocupaciones temporales y costos de obtención de los permisos necesarios, así como de las operaciones necesarias para la reposición de servidumbres y servicios públicos o privados afectados tanto por el proceso de ejecución de las obras como por las instalaciones auxiliares.

Igualmente, aquellos conceptos que se especifican en la definición de cada unidad de obra, las operaciones descritas en el proceso de ejecución, los ensayos y pruebas de servicio y puesta en funcionamiento, inspecciones, permisos, boletines, licencias, tasas o similares.

No será de abono al Contratista mayor volumen de cualquier tipo de obra que el definido en los planos o en las modificaciones autorizadas por la Dirección Facultativa. Tampoco le será abonado, en su caso, el coste de la restitución de la obra a sus dimensiones correctas, ni la obra que hubiese tenido que realizar por orden de la Dirección Facultativa para subsanar cualquier defecto de ejecución.

#### TERMINOLOGÍA APLICADA EN EL CRITERIO DE MEDICIÓN.

A continuación, se detalla el significado de algunos de los términos utilizados en los diferentes capítulos de obra.

#### ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO.

Volumen de tierras en perfil esponjado. La medición se referirá al estado de las tierras una vez extraídas. Para ello, la forma de obtener el volumen de tierras a transportar, será la que resulte de aplicar el porcentaje de esponjamiento medio que proceda, en función de las características del terreno.

Volumen de relleno en perfil compactado. La medición se referirá al estado del relleno una vez finalizado el proceso de compactación.

Volumen teórico ejecutado. Será el volumen que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que las secciones excavadas hubieran quedado con mayores dimensiones.

#### CIMENTACIONES.

Superficie teórica ejecutada. Será la superficie que resulte de considerar las dimensiones de las



secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que la superficie ocupada por el hormigón hubiera quedado con mayores dimensiones.

Volumen teórico ejecutado. Será el volumen que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que las secciones de hormigón hubieran quedado con mayores dimensiones.

#### ESTRUCTURAS.

Volumen teórico ejecutado. Será el volumen que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que las secciones de los elementos estructurales hubieran quedado con mayores dimensiones.

#### ESTRUCTURAS METÁLICAS.

Peso nominal medido. Serán los kg que resulten de aplicar a los elementos estructurales metálicos los pesos nominales que, según dimensiones y tipo de acero, figuren en tablas.

#### ESTRUCTURAS (FORJADOS).

Deduciendo los huecos de superficie mayor de  $X \text{ m}^2$ . Se medirá la superficie de los forjados de cara exterior a cara exterior de los zunchos que delimitan el perímetro de su superficie, descontando únicamente los huecos o pasos de forjados que tengan una superficie mayor de  $X \text{ m}^2$ .

En los casos de dos paños formados por forjados diferentes, objeto de precios unitarios distintos, que apoyen o empotren en una jácena o muro de carga común a ambos paños, cada una de las unidades de obra de forjado se medirá desde fuera a cara exterior de los elementos delimitadores al eje de la jácena o muro de carga común.

En los casos de forjados inclinados se tomará en verdadera magnitud la superficie de la cara inferior del forjado, con el mismo criterio anteriormente señalado para la deducción de huecos.

#### ESTRUCTURAS (MUROS).

Deduciendo los huecos de superficie mayor de  $X \text{ m}^2$ . Se aplicará el mismo criterio que para fachadas y particiones.

#### FACHADAS Y PARTICIONES.

Deduciendo los huecos de superficie mayor de  $X \text{ m}^2$ . Se medirán los paramentos verticales de fachadas y particiones descontando únicamente aquellos huecos cuya superficie sea mayor de  $X \text{ m}^2$ , lo que significa que:



- Cuando los huecos sean menores de  $X \text{ m}^2$  se medirán a cinta corrida como si no hubiera huecos. Al no deducir ningún hueco, en compensación de medir hueco por macizo, no se medirán los trabajos de formación de mochetas en jambas y dinteles.
- Cuando los huecos sean mayores de  $X \text{ m}^2$ , se deducirá la superficie de estos huecos, pero se sumará a la medición la superficie de la parte interior del hueco, correspondiente al desarrollo de las mochetas.
- Deduciendo todos los huecos. Se medirán los paramentos verticales de fachadas y particiones descontando la superficie de todos los huecos, pero se incluye la ejecución de todos los trabajos precisos para la resolución del hueco, así como los materiales que forman dinteles, jambas y vierteaguas.

A los efectos anteriores, se entenderá como hueco, cualquier abertura que tenga mochetas y dintel para puerta o ventana. En caso de tratarse de un vacío en la fábrica sin dintel, antepecho ni carpintería, se deducirá siempre el mismo al medir la fábrica, sea cual fuere su superficie.

En el supuesto de cerramientos de fachada donde las hojas, en lugar de apoyar directamente en el forjado, apoyen en una o dos hiladas de regularización que abarquen todo el espesor del cerramiento, al efectuar la medición de las unidades de obra se medirá su altura desde el forjado y, en compensación, no se medirán las hiladas de regularización.

#### INSTALACIONES.

Longitud realmente ejecutada. Medición según desarrollo longitudinal resultante, considerando, en su caso, los tramos ocupados por piezas especiales.

#### REVESTIMIENTOS (YESOS Y ENFOSCADOS DE CEMENTO).

Deduciendo, en los huecos de superficie mayor de  $X \text{ m}^2$ , el exceso sobre los  $X \text{ m}^2$ . Los paramentos verticales y horizontales se medirán a cinta corrida, sin descontar huecos de superficie menor a  $X \text{ m}^2$ . Para huecos de mayor superficie, se descontará únicamente el exceso sobre esta superficie. En ambos casos se considerará incluida la ejecución de mochetas, fondos de dinteles y aristados. Los paramentos que tengan armarios empotrados no serán objeto de descuento, sea cual fuere su dimensión.



### **10.6.3 Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado.**

De acuerdo con el artículo 7.4 del CTE, en la obra terminada, bien sobre el edificio en su conjunto, o bien sobre sus diferentes partes y sus instalaciones, parcial o totalmente terminadas, deben realizarse, además de las que puedan establecerse con carácter voluntario, las comprobaciones y pruebas de servicio previstas en el proyecto u ordenadas por la Dirección Facultativa y las exigidas por la legislación aplicable.

### **10.7 Pliego de condiciones.**

Según figura en el Código Técnico de la Edificación (CTE), aprobado mediante Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, el proyecto definirá las obras proyectadas con el detalle adecuado a sus características, de modo que pueda comprobarse que las soluciones propuestas cumplen las exigencias básicas del CTE y demás normativa aplicable. Esta definición incluirá, al menos, la siguiente información contenida en el Pliego de Condiciones:

Las características técnicas mínimas que deben reunir los productos, equipos y sistemas que se incorporen de forma permanente al edificio proyectado, así como sus condiciones de suministro, las garantías de calidad y el control de recepción que deba realizarse. Esta información se encuentra en el apartado correspondiente a las Prescripciones sobre los materiales, del presente Pliego de Condiciones.

Las características técnicas de cada unidad de obra, con indicación de las condiciones para su ejecución y las verificaciones y controles a realizar para comprobar su conformidad con lo indicado en el proyecto. Se precisarán las medidas a adoptar durante la ejecución de las obras y en el uso y mantenimiento del edificio, para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos. Esta información se encuentra en el apartado correspondiente a las Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidades de obra, del presente Pliego de Condiciones.

Las verificaciones y las pruebas de servicio que, en su caso, deban realizarse para comprobar las prestaciones finales del edificio. Esta información se encuentra en el apartado correspondiente a las Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado, del presente Pliego de Condiciones



## **10.8 Calidad de los materiales.**

### **10.8.1 Generalidades.**

Todos los materiales empleados en la ejecución de la instalación tendrán, como mínimo, las características especificadas en este Pliego de Condiciones, empleándose siempre materiales homologados según las normas UNE citadas en la instrucción ITC-BT-02 que les sean de aplicación y llevarán el marcado CE de conformidad.

Los materiales y equipos utilizados en las instalaciones deberán ser utilizados en la forma y con la finalidad para la que fueron fabricados. Los incluidos en el campo de aplicación de la reglamentación de trasposición de las Directivas de la Unión Europea deberán cumplir con lo establecido en las mismas.

En lo no cubierto por tal reglamentación, se aplicarán los criterios técnicos preceptuados por el presente reglamento (REBT 2002). En particular, se incluirán, junto con los equipos y materiales, las indicaciones necesarias para su correcta instalación y uso, debiendo marcarse con las siguientes indicaciones mínimas:

Identificación del fabricante, representante legal o responsable de la comercialización. Marca y modelo.

Tensión y potencia (o intensidad) asignadas.

Cualquier otra indicación referente al uso específico del material o equipo, asignado por el fabricante.

### **10.8.2 Conductores eléctricos.**

Circuitos interiores:

Los conductores eléctricos empleados en la ejecución de los circuitos interiores serán de cobre aislados, siendo su tensión nominal de aislamiento de 450/750 V.

Para el caso de viviendas los circuitos y sus secciones mínimas serán las indicadas en la ITC-BT-25. La sección mínima de los conductores de protección será la fijada por la instrucción ITCBT-19.

En caso de que vayan montados sobre aisladores, los conductores podrán ser de cobre o aluminio desnudos, según lo indicado en la ITC BT 20.

Los conductores desnudos o aislados, de sección superior a 16 milímetros cuadrados, que sean sometidos a tracción mecánica de tensado, se emplearán en forma de cables.



### **10.8.3 Conductores de neutro.**

La sección mínima del conductor de neutro para distribuciones monofásicas, trifásicas y de corriente continua, será la que a continuación se especifica:

Según la Instrucción ITC BT 19 en su apartado 2.2.2, en instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, la sección del conductor del neutro será como mínimo igual a la de las fases.

Para el caso de redes aéreas o subterráneas de distribución en baja tensión, las secciones a considerar serán las siguientes:

Con dos o tres conductores: igual a la de los conductores de fase.

Con cuatro conductores: mitad de la sección de los conductores de fase, con un mínimo de 10 mm<sup>2</sup> para cobre y de 16 mm<sup>2</sup> para aluminio.

### **10.8.4 Conductores de protección.**

Cuando la conexión de la toma de tierra se realice en el nicho de la CGP, por la misma conducción por donde discorra la línea general de alimentación se dispondrá el correspondiente conductor de protección.

Según la Instrucción ITC BT 26, en su apartado 6.1.2, los conductores de protección serán de cobre y presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos. Se instalarán por la misma canalización que estos y su sección será la indicada en la Instrucción ITC BT 19 en su apartado 2.3.

Los conductores de protección desnudos no estarán en contacto con elementos combustibles. En los pasos a través de paredes o techos estarán protegidos por un tubo de adecuada resistencia, que será, además, no conductor y difícilmente combustible cuando atraviese partes combustibles del edificio.

Los conductores de protección estarán convenientemente protegidos contra el deterioro mecánico y químico, especialmente en los pasos a través de elementos de la construcción.

Las conexiones en estos conductores se realizarán por medio de empalmes soldados sin empleo de ácido, o por piezas de conexión de apriete por rosca. Estas piezas serán de material inoxidable, y los tornillos de apriete estarán provistos de un dispositivo que evite su desapriete.

Se tomarán las precauciones necesarias para evitar el deterioro causado por efectos electroquímicos cuando las conexiones sean entre metales diferentes.

### **10.8.5 Identificación de los conductores.**

Los conductores de la instalación se identificarán por los colores de su aislamiento:

Negro, gris, marrón para los conductores de fase o polares.

- Azul claro para el conductor neutro.
- Amarillo - verde para el conductor de protección.
- Rojo para el conductor de los circuitos de mando y control.

### **10.8.6 Tubos protectores.**

CLASES DE TUBOS A EMPLEAR.

Los tubos deberán soportar, como mínimo, sin deformación alguna, las siguientes temperaturas:

- 60 °C para los tubos aislantes constituidos por policloruro de vinilo o polietileno. 70 °C para los tubos metálicos con forros aislantes de papel impregnado.

Diámetro de los tubos y número de conductores por cada uno de ellos.

Los diámetros exteriores mínimos y las características mínimas para los tubos en función del tipo de instalación y del número y sección de los cables a conducir, se indican en la Instrucción ITC BT 21, en su apartado 1.2. El diámetro interior mínimo de los tubos deberá ser declarado por el fabricante.

DERIVACIONES INDIVIDUALES.

En edificios de hasta 12 viviendas por escalera, las derivaciones individuales se podrán instalar directamente empotradas con tubo flexible autoextinguible y no propagador de la llama. En los demás casos, discurrirán por el interior de canaladuras empotradas o adosadas al hueco de la escalera, instalándose cada derivación individual en un tubo aislante rígido autoextinguible y no propagador de la llama, de grado de protección mecánica 5 si es rígido, y 7 si es flexible. La parte de las derivaciones individuales que discurra por fuera de la canaladura irá bajo tubo empotrado.

Circuitos interiores.

Los tubos empleados en la instalación interior de las viviendas serán aislantes flexibles normales en instalación empotrada.



## **10.9 Normas de ejecución de las instalaciones.**

### **10.9.1 Sistemas de canalización.**

Prescripciones generales.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local dónde se efectúa la instalación.

Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad que proporcionan a los conductores.

Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se desee una unión estanca.

Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los indicados en la norma UNE EN 5086 -2-2.

Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, y que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 m.

El número de curvas en ángulo recto situadas entre dos registros consecutivos no será superior a tres. Los conductores se alojarán en los tubos después de colocados éstos.

Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos, o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.

Cuando los tubos estén constituidos por materias susceptibles de oxidación, y cuando hayan recibido durante el curso de su montaje algún trabajo de mecanización, se aplicará a las partes mecanizadas pintura antioxidante.

Igualmente, en el caso de utilizar tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en el interior de los mismos, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación de agua en los puntos más bajos de ella y, si fuera necesario, estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el empleo de una "te" dejando uno de los brazos sin utilizar.

Cuando los tubos metálicos deban ponerse a tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 m.

No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.



### Tubos en montaje superficial.

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

Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, 0.50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.

Los tubos se colocarán adaptándolos a la superficie sobre la que se instalan, curvándolos o usando los accesorios necesarios.

En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo con respecto a la línea que une los puntos extremos no será superior al 2%.

Es conveniente disponer los tubos normales, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2.5 m sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos del mismo separados entre sí 5 cm aproximadamente, y empalmándose posteriormente mediante manguitos deslizantes que tengan una longitud mínima de 20 cm.

### Tubos empotrados.

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

- La instalación de tubos empotrados será admisible cuando su puesta en obra se efectúe después de terminados los trabajos de construcción y de enfoscado de paredes y techos, pudiendo el enlucido de los mismos aplicarse posteriormente.
- Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 cm de espesor, como mínimo, del revestimiento de las paredes o techos. En los ángulos el espesor puede reducirse a 0.5 cm.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados, o bien provistos de codos o "tes" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un



alojamiento cerrado y practicable. Igualmente, en el caso de utilizar tubos normales empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 cm, como máximo, del suelo o techo, y los verticales a una distancia de los ángulos o esquinas no superior a 20 cm.

### **10.9.2 Cajas de empalme y derivación.**

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante o, si son metálicas, protegidas contra la corrosión.

Sus dimensiones serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener, y su profundidad equivaldrá, cuanto menos, al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm para su profundidad y 80 mm para el diámetro o lado interior.

Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados.

En ningún caso se permitirá la unión de conductores por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los mismos, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión. Puede permitirse, asimismo, la utilización de bridas de conexión. Las uniones deberán realizarse siempre en el interior de cajas de empalme o de derivación.

Si se trata de cables deberá cuidarse al hacer las conexiones que la corriente se reparta por todos los alambres componentes, y si el sistema adoptado es de tornillo de apriete entre una arandela metálica bajo su cabeza y una superficie metálica, los conductores de sección superior a 6 mm<sup>2</sup> deberán conectarse por medio de terminales adecuados, comprobando siempre que las conexiones, de cualquier sistema que sean, no queden sometidas a esfuerzos mecánicos.

Para que no pueda ser destruido el aislamiento de los conductores por su roce con los bordes libres de los tubos, los extremos de éstos, cuando sean metálicos y penetren en una caja de conexión o aparato, estarán provistos de boquillas con bordes redondeados o dispositivos equivalentes, o bien convenientemente mecanizados, y si se trata de tubos metálicos con aislamiento interior, este último sobresaldrá unos milímetros de su cubierta metálica.



### **10.9.3 Aparatos de mando y maniobra**

Los aparatos de mando y maniobra (interruptores y conmutadores) serán de tipo cerrado y material aislante, cortarán la corriente máxima del circuito en que están colocados sin dar lugar a la formación de arcos permanentes, y no podrán tomar una posición intermedia.

Las piezas de contacto tendrán unas dimensiones tales que la temperatura no pueda exceder de 65°C en ninguna de ellas.

Deben poder realizarse del orden de 10.000 maniobras de apertura y cierre a la intensidad y tensión nominales, que estarán marcadas en lugar visible.

### **10.9.4 Aparatos de protección.**

#### Protección contra sobreintensidades.

Los conductores activos deben estar protegidos por uno o varios dispositivos de corte automático contra las sobrecargas y contra los cortocircuitos.

#### Aplicación.

Excepto los conductores de protección, todos los conductores que forman parte de un circuito, incluido el conductor neutro, estarán protegidos contra las sobreintensidades (sobrecargas y cortocircuitos).

#### Protección contra sobrecargas.

Los dispositivos de protección deben estar previstos para interrumpir toda corriente de sobrecarga en los conductores del circuito antes de que pueda provocar un calentamiento perjudicial al aislamiento, a las conexiones, a las extremidades o al medio ambiente en las canalizaciones.

El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizado por el dispositivo de protección utilizado.

Como dispositivos de protección contra sobrecargas serán utilizados los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas o los interruptores automáticos con curva térmica de corte.

#### Protección contra cortocircuitos.

Deben preverse dispositivos de protección para interrumpir toda corriente de cortocircuito antes de que esta pueda resultar peligrosa debido a los efectos térmicos y mecánicos producidos en los conductores y en las conexiones.



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 su instalación.

Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte electromagnético.

#### Situación y composición.

Se instalarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual en el local o vivienda del abonado. Se establecerá un cuadro de distribución de donde partirán los circuitos interiores, y en el que se instalará un interruptor general automático de corte omnipolar que permita su accionamiento manual y que esté dotado de dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores de la vivienda o local, y un interruptor diferencial destinado a la protección contra contactos indirectos.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución, o tipo de conductores utilizados.

#### **Normas aplicables.**

##### Pequeños interruptores automáticos (PIA).

Los interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobreintensidades se ajustarán a la norma UNE-EN 60-898. Esta norma se aplica a los interruptores automáticos con corte al aire, de tensión asignada hasta 440 V (entre fases), intensidad asignada hasta 125 A y poder de corte nominal no superior a 25000 A.

Los valores normalizados de las tensiones asignadas son:

- 230 V Para los interruptores automáticos unipolares y bipolares. 230/400 V Para los interruptores automáticos unipolares.
- 400 V Para los interruptores automáticos bipolares, tripolares y tetrapolares. Los valores 240 V, 240/415 V y 415 V respectivamente, son también valores normalizados.

Los valores preferenciales de las intensidades asignadas son: 6, 10, 13, 16, 20, 25, 32,40, 50, 63, 80, 100 y 125 A.



El poder de corte asignado será: 1500, 3000, 4500, 6000, 10000 y por encima 15000, 20000 y 25000 A.

La característica de disparo instantáneo de los interruptores automáticos vendrá determinada por su curva: B, C o D.

Cada interruptor debe llevar visible, de forma indeleble, las siguientes indicaciones:

- La corriente asignada sin el símbolo A precedido del símbolo de la característica de disparo instantáneo (B,C o D) por ejemplo B16.
- Poder de corte asignado en amperios, dentro de un rectángulo, sin indicación del símbolo de las unidades

Clase de limitación de energía, si es aplicable.

Los bornes destinados exclusivamente al neutro, deben estar marcados con la letra "N". Interruptores automáticos de baja tensión Los interruptores automáticos de baja tensión se ajustarán a la norma UNE-EN 60-947- 2: 1996.

Esta norma se aplica a los interruptores automáticos cuyos contactos principales están destinados a ser conectados a circuitos cuya tensión asignada no sobrepasa 1000 V en corriente alterna o 1500 V en corriente continua. Se aplica cualesquiera que sean las intensidades asignadas, los métodos de fabricación y el empleo previsto de los interruptores automáticos.

Cada interruptor automático debe estar marcado de forma indeleble en lugar visible con las siguientes indicaciones:

- Intensidad asignada ( $I_n$ ).
- Capacidad para el seccionamiento, si ha lugar.
- Indicaciones de las posiciones de apertura y de cierre respectivamente por O y | si se emplean símbolos.

También llevarán marcado aunque no sea visible en su posición de montaje, el símbolo de la naturaleza de corriente en que hayan de emplearse, y el símbolo que indique las características de desconexión, o en su defecto, irán acompañados de las curvas de desconexión.

## **Interruptores con protección incorporada por intensidad diferencial residual.**

Los interruptores automáticos de baja tensión con dispositivos reaccionantes bajo el efecto de intensidades residuales se ajustarán al anexo B de la norma UNE-EN 60-947- 2: 1996.

Esta norma se aplica a los interruptores automáticos cuyos contactos principales están destinados a ser conectados a circuitos cuya tensión asignada no sobrepasa 1000 V en corriente alterna o 1500 V en corriente continua. Se aplica cualesquiera que sean las intensidades asignadas.

Los valores preferentes de intensidad diferencial residual de funcionamiento asignada son: 0.006A, 0.01A, 0.03A, 0.1A, 0.3A, 0.5A, 1A, 3A, 10A, 30A.

### Características principales de los dispositivos de protección.

Los dispositivos de protección cumplirán las condiciones generales siguientes:

- Deberán poder soportar la influencia de los agentes exteriores a que estén sometidos, presentando el grado de protección que les corresponda de acuerdo con sus condiciones de instalación.
- Los fusibles irán colocados sobre material aislante incombustible y estarán contruidos de forma que no puedan proyectar metal al fundirse. Permitirán su recambio de la instalación bajo tensión sin peligro alguno.
- Los interruptores automáticos serán los apropiados a los circuitos a proteger, respondiendo en su funcionamiento a las curvas intensidad - tiempo adecuadas. Deberán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocadas, sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos, sin posibilidad de tomar una posición intermedia entre las correspondientes a las de apertura y cierre. Cuando se utilicen para la protección contra cortocircuitos, su capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación, salvo que vayan asociados con fusibles adecuados que cumplan este requisito, y que sean de características coordinadas con las del interruptor automático.
- Los interruptores diferenciales deberán resistir las corrientes de cortocircuito que puedan presentarse en el punto de su instalación, y de lo contrario deberán estar protegidos por fusibles de características adecuadas.



### Protección contra contactos directos e indirectos.

Los medios de protección contra contactos directos e indirectos en instalación se ejecutarán siguiendo las indicaciones detalladas en la Instrucción ITC BT 24, y en la Norma UNE 20.460 - 4-41.

La protección contra contactos directos consiste en tomar las medidas destinadas a proteger las personas contra los peligros que pueden derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos. Los medios a utilizar son los siguientes:

- Protección por aislamiento de las partes activas. Protección por medio de barreras o envolventes. Protección por medio de obstáculos.
- Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento.
- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual.

Se utilizará el método de protección contra contactos indirectos por corte de la alimentación en caso de fallo, mediante el uso de interruptores diferenciales.

La corriente a tierra producida por un solo defecto franco debe hacer actuar el dispositivo de corte en un tiempo no superior a 5 s.

Una masa cualquiera no puede permanecer en relación a una toma de tierra eléctricamente distinta, a un potencial superior, en valor eficaz, a:

- 24 V en los locales o emplazamientos húmedos o mojados. 50 V en los demás casos.

Todas las masas de una misma instalación deben estar unidas a la misma toma de tierra. Como dispositivos de corte por intensidad de defecto se emplearán los interruptores diferenciales.

Debe cumplirse la siguiente condición:

$$R = \frac{V_c}{I_s}$$

Dónde:

R = Resistencia de puesta a tierra (Ohm).

V<sub>c</sub> = Tensión de contacto máxima (24 V en locales húmedos y 50 V en los demás casos).

I<sub>s</sub> = Sensibilidad del interruptor diferencial (valor mínimo de la corriente de defecto, en A, a partir del cual el interruptor diferencial debe abrir automáticamente, en un tiempo conveniente, la instalación a proteger)

### 10.9.5 Instalaciones en cuartos de baño o aseo

La instalación se ejecutará según lo especificado en la Instrucción ITC BT 27.

Para las instalaciones en cuartos de baño o aseo se tendrán en cuenta los siguientes volúmenes y prescripciones:

- **VOLUMEN 0:** Comprende el interior de la bañera o ducha. En un lugar que contenga una ducha sin plato, el volumen 0 está delimitado por el suelo y por un plano horizontal a 0.05 m por encima el suelo.
- **VOLUMEN 1:** Está limitado por el plano horizontal superior al volumen 0, es decir, por encima de la bañera, y el plano horizontal situado a 2,25 metros por encima del suelo. El plano vertical que limita al volumen 1 es el plano vertical alrededor de la bañera o ducha.
- **VOLUMEN 2:** Está limitado por el plano vertical tangente a los bordes exteriores de la bañera y el plano vertical paralelo situado a una distancia de 0,6 m; y entre el suelo y plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo.
- **VOLUMEN 3:** Esta limitado por el plano vertical límite exterior del volumen 2 y el plano vertical paralelo situado a una distancia de éste de 2,4 metros. El volumen 3 está comprendido entre el suelo y una altura de 2,25 m.

Para el volumen 0 el grado de protección necesario será el IPX7, y no está permitida la instalación de mecanismos.

En el volumen 1, el grado de protección habitual será IPX4, se utilizará el grado IPX2 por encima del nivel más alto de un difusor fijo, y el IPX5 en los equipos de bañeras de hidromasaje y en baños comunes en los que se puedan producir chorros de agua durante su limpieza.

Podrán ser instalados aparatos fijos como calentadores de agua, bombas de ducha y equipo eléctrico para bañeras de hidromasaje que cumplan con su norma aplicable, si su alimentación está protegida adicionalmente con un dispositivo de corriente diferencial de valor no superior a 30 mA.

En el volumen 2, el grado de protección habitual será IPX4, se utilizará el grado IPX2 por encima del nivel más alto de un difusor fijo, y el IPX5 en los baños comunes en los que se puedan producir chorros durante su limpieza. Se permite la instalación de bloques de alimentación de afeitadoras que cumplan con la UNE EN 60.742 o UNE EN 61558-2-5. Se podrán instalar también todos los aparatos permitidos en el volumen 1, luminarias,

ventiladores, calefactores, y unidades móviles de hidromasaje que cumplan con su normativa aplicable, y que además estén protegidos con un diferencial de valor no superior a 30 mA.

En el volumen 3 el grado de protección necesario será el IPX5, en los baños comunes cuando se puedan producir chorros de agua durante su limpieza. Se podrán instalar bases y aparatos protegidos por dispositivo de corriente diferencial de valor no superior a 30 mA.

### **10.9.6 Red equipotencial.**

Se realizará una conexión equipotencial entre las canalizaciones metálicas existentes (agua fría, caliente, desagüe, calefacción, gas, etc.) y las masas de los aparatos sanitarios metálicos y todos los demás elementos conductores accesibles, tales como marcos metálicos de puertas, radiadores, etc. El conductor que asegure esta protección deberá estar preferentemente soldado a las canalizaciones o a los otros elementos conductores, o si no, fijado solidariamente a los mismos por collares u otro tipo de sujeción apropiado a base de metales no féreos, estableciendo los contactos sobre partes metálicas sin pintura. Los conductores de protección de puesta a tierra, cuando existan, y de conexión equipotencial deben estar conectados entre sí. La sección mínima de este último estará de acuerdo con lo dispuesto en la Instrucción ITC BT-19 para los conductores de protección.

### **10.9.7 Instalación de puesta a tierra.**

Estará compuesta de toma de tierra, conductores de tierra, borne principal de tierra y conductores de protección. Se llevarán a cabo según lo especificado en la Instrucción ITC-BT- 18.

#### Naturaleza y secciones mínimas.

Los materiales que aseguren la puesta a tierra serán tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación, teniendo en cuenta los requisitos generales indicados en la ITC-BT-24 y los requisitos particulares de las Instrucciones Técnicas aplicables a cada instalación.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.



- En todos los casos los conductores de protección que no formen parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección al menos de: 2,5 mm<sup>2</sup> si disponen de protección mecánica y de 4 mm<sup>2</sup> si no disponen de ella.

Las secciones de los conductores de protección, y de los conductores de tierra están definidas en la Instrucción ITC-BT-18.

#### Tendido de los conductores

Los conductores de tierra enterrados tendidos en el suelo se considera que forman parte del electrodo.

El recorrido de los conductores de la línea principal de tierra, sus derivaciones y los conductores de protección, será lo más corto posible y sin cambios bruscos de dirección. No estarán sometidos a esfuerzos mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y el desgaste mecánico.

Conexiones de los conductores de los circuitos de tierra con las partes metálicas y masas y con los electrodos.

Los conductores de los circuitos de tierra tendrán un buen contacto eléctrico tanto con las partes metálicas y masas que se desea poner a tierra como con el electrodo. A estos efectos, las conexiones deberán efectuarse por medio de piezas de empalme adecuadas, asegurando las superficies de contacto de forma que la conexión sea efectiva por medio de tornillos, elementos de compresión, remaches o soldadura de alto punto de fusión. Se prohíbe el empleo de soldaduras de bajo punto de fusión tales como estaño, plata, etc.

Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctricamente continua en la que no podrán incluirse en serie ni masas ni elementos metálicos cualquiera que sean éstos. La conexión de las masas y los elementos metálicos al circuito de puesta a tierra se efectuará siempre por medio del borne de puesta a tierra. Los contactos deben disponerse limpios, sin humedad y en forma tal que no sea fácil que la acción del tiempo destruya por efectos electroquímicos las conexiones efectuadas.

Deberá preverse la instalación de un borne principal de tierra, al que irán unidos los conductores de tierra, de protección, de unión equipotencial principal y en caso de que fuesen necesarios, también los de puesta a tierra funcional.

#### Prohibición de interrumpir los circuitos de tierra

Se prohíbe intercalar en circuitos de tierra seccionadores, fusibles o interruptores. Sólo se permite disponer un dispositivo de corte en los puntos de puesta a tierra, de forma que permita medir la resistencia de la toma de tierra.

### **10.9.7 Alumbrado.**

#### Alumbrados especiales.

Los puntos de luz del alumbrado especial deberán repartirse entre, al menos, dos líneas diferentes, con un número máximo de 12 puntos de luz por línea, estando protegidos dichos circuitos por interruptores automáticos de 10 A de intensidad nominal como máximo.

Las canalizaciones que alimenten los alumbrados especiales se dispondrán a 5 cm como mínimo de otras canalizaciones eléctricas cuando se instalen sobre paredes o empotradas en ellas, y cuando se instalen en huecos de la construcción estarán separadas de ésta por tabiques incombustibles no metálicos.

Deberán ser provistos de alumbrados especiales los siguientes locales:

- Con alumbrado de emergencia: Los locales de reunión que puedan albergar a 100 personas o más, los locales de espectáculos y los establecimientos sanitarios, los establecimientos cerrados y cubiertos para más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y escaleras que conduzcan al exterior o hasta las zonas generales del edificio.
- Con alumbrado de señalización: Los estacionamientos subterráneos de vehículos, teatros y cines en sala oscura, grandes establecimientos comerciales, casinos, hoteles, establecimientos sanitarios y cualquier otro local donde puedan producirse aglomeraciones de público en horas o lugares en que la iluminación natural de luz solar no sea suficiente para proporcionar en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de 1 lux.
- Con alumbrado de reemplazamiento: En quirófanos, salas de cura y unidades de vigilancia intensiva de establecimientos sanitarios.

#### Alumbrado general.

Las redes de alimentación para puntos de luz con lámparas o tubos de descarga deberán estar previstas para transportar una carga en voltamperios al menos igual a 1.8 veces la potencia en vatios de las lámparas o tubos de descarga que alimenta. El conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.

Si se alimentan con una misma instalación lámparas de descarga y de incandescencia, la potencia a considerar en voltamperios será la de las lámparas de incandescencia más 1.8 veces la de las lámparas de descarga.



Deberá corregirse el factor de potencia de cada punto de luz hasta un valor mayor o igual a 0.90, y la caída máxima de tensión entre el origen de la instalación y cualquier otro punto de la instalación de alumbrado, será menor o igual que 3%.

Los receptores consistentes en lámparas de descarga serán accionados por interruptores previstos para cargas inductivas, o en su defecto, tendrán una capacidad de corte no inferior al doble de la intensidad del receptor. Si el interruptor acciona a la vez lámparas de incandescencia, su capacidad de corte será, como mínimo, la correspondiente a la intensidad de éstas más el doble de la intensidad de las lámparas de descarga.

En instalaciones para alumbrado de locales donde se reúna público, el número de líneas deberá ser tal que el corte de corriente en una cualquiera de ellas no afecte a más de la tercera parte del total de lámparas instaladas en dicho local.

### **10.10 Pruebas reglamentarias.**

Terminada la ejecución de las instalaciones deberán realizarse los ensayos obligatorios previstos en el artículo 637º del RSIUEE.

#### **10.10.1 Comprobación de la puesta a tierra.**

La instalación de toma de tierra será comprobada por los servicios oficiales en el momento de dar de alta la instalación. Se dispondrá de al menos un punto de puesta a tierra accesible para poder realizar la medición de la puesta a tierra.

#### **10.10.2 Resistencia de aislamiento.**

Las instalaciones eléctricas deberán presentar una resistencia de aislamiento, expresada en ohmios, por lo menos igual a  $1000 \times U$ , siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, con un mínimo de 250.000 ohmios.

El aislamiento de la instalación eléctrica se medirá con relación a tierra y entre conductores, mediante la aplicación de una tensión continua suministrada por un generador que proporcione en vacío una tensión comprendida entre 500 y 1000 V y, como mínimo, 250 V con una carga externa de 100.000 ohmios.

### **10.11 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.**

La propiedad recibirá a la entrega de la instalación, planos definitivos del montaje de la instalación, valores de la resistencia a tierra obtenidos en las mediciones, y referencia del domicilio social de la empresa instaladora.



No se podrá modificar la instalación sin la intervención de un Instalador Autorizado o Técnico Competente, según corresponda.

Cada cinco años se comprobarán los dispositivos de protección contra cortocircuitos, contactos directos e indirectos, así como sus intensidades nominales en relación con la sección de los conductores que protegen.

Las instalaciones del garaje serán revisadas anualmente por instaladores autorizados libremente elegidos por los propietarios o usuarios de la instalación. El instalador extenderá un boletín de reconocimiento de la indicada revisión, que será entregado al propietario de la instalación, así como a la delegación correspondiente del Ministerio de Industria y Energía.

Personal técnicamente competente comprobará la instalación de toma de tierra en la época en que el terreno esté más seco, reparando inmediatamente los defectos que pudieran encontrarse.

### **10.12 Certificados y documentación.**

Al finalizar la ejecución, se entregará en la Delegación del Ministerio de Industria correspondiente el Certificado de Fin de Obra firmado por un técnico competente y visado por el Colegio profesional correspondiente, acompañado del boletín o boletines de instalación firmados por un Instalador Autorizado.

### **10.13 Libro de órdenes.**

La dirección de la ejecución de los trabajos de instalación será llevada a cabo por un técnico competente, que deberá cumplimentar el Libro de Órdenes y Asistencia, en el que reseñará las incidencias, órdenes y asistencias que se produzcan en el desarrollo de la obra.

Alcoy, Junio de 2017

Fdo .Jorge Albert Belenguer



# 11. Presupostos

## 11.1 Tabla de referencia

Nº	Designacion	Precio (euros)
mo001	Oficial 1º electricista	20,5
mo002	Ayudante electricista	17,69
mo003	Oficial 1º construccion	19,84
mo004	Peon ordinario construccion	16,56
mo008	Oficial 1ºfontanero	19,34
mo009	Ayudante fontanero	16,56
mt350b	Material Auxiliar	2
L710028WU	PROLED downlight 2,5W	4,25
L800428PD	PROLED LED Panel 43w	22,95
A-0001	ABB-DTS 19W	19,95
L7102528F5	PREOLED Downslight Pollux 19w	12,9
61831	Emergencia NT / 240 -450Lum 1h	16,95
61832	Emergencia NT / 750 Lum 1h	19,95
61552	Emergencia B44 L.V.S./ 165 Lum 1h	14,95
mt35tte010b	Accesorios para instalacion	600
1010ds	Modulo solar fotovoltaico A-250w GSE	261
101000ro	Regulador Schneider	1425
10100in	Inversor/cargador marca Shneider	1669
4-4-60	Bateria NETION 12V 200AH	169,4
GE001	Grupo electrogeno modelo 25 EKOZD	1900
SM0012	Soporte para modulos solares fotovoltaicos	145,2
1/1CS15	Captador solar, marca Cablemat Solar, modelo CS25	570
TM2000	Acumulador 2000L TERMICOL	2524
3/7CS4033776	Bomba Wilo-Star-ZD 25/6	159
1/2CSEST1	Estructura para terraza plana de 1 captador.	94
EF528382	Tubo de cobre R250 (semiduro) de 14 mm de diametro	8,93
EFR11412	Aislamiento térmico de espuma elastomérica para tuberías	14,06
BE002	Base de enchufe de 16 A 2P+T, gama básicablanco.	7,22
IM0872	Interruptor monopolar, gama básica, con tecla simple	6,78
31201-31	Conmutador cruce	4,25
31201-15	Conmutador	3
SS-41	Sensor de movimiento	8,62
FE-2451	Sensor de luz fotoelectrico	4,95
CG004P	Caja para cuadro de mando y protección, de material autoextinguible	43
IA8005	Mag/Bip. 40A	63,21
IA8003	Mag/Bip. 20A	21,14
IA8002	Mag/Bip. 10A	19,87
IA7002	Diferen./Bipo. 25A; 30mA	16,9
CU001	Conductor 1,5mm2 Cu H07Z1-K Unipolar, colocado en tubo	0,14
CU002	Conductor 2,5 mm2 Cu H07Z1-K Unipolar, colocado en tubo	0,2
CU101	Conductor 16 mm2 Cu H07Z1-K Unipolar, colocado en tubo	1,7
TC020	Tubo corrugado 20mm	0,22
TC016	Tubo corrugado16mm	0,2
TC032	Tubo corrugado 32mm	1,2
mt35tte010a	Accesorios de seguridad	4000

## 11.2 Presupuesto ACS

### 11.2.1 Captador

INSTALACIONES ACS(Captador)

Codigo	Cantidad	Uds.	Descripción	Precio	Importe(€)
1/1CS1S	4	Ud	Captador solar, marca Cablemat Solar, modelo CS2S	570	2280
1/2CSEST1	4	Ud	Estructura para terraza plana de 1 captador.	94	376
mo008	4	H	Oficial 1ºfontanero	19,34	77,36
mo009	4	H	Ayudante fontanero	16,56	66,24
mt35tte010b	10	%	Accesorios para instalacion	600	60

SubTotal	2859,6
----------	--------

2	%	Costes directos complementarios	2859,6	57,192
2	%	Costes indirectos	2916,792	58,33584

<b>TOTAL(€)</b>	<b>2975,12784</b>
-----------------	-------------------

### 11.2.2 Acumulador

INSTALACIONES ACS(Acumulador)

Codigo	Cantidad	Uds.	Descripción	Precio	Importe(€)
TM2000	1	Ud	Acumulador 2000L TERMICOL	2524	2524
mo008	4	H	Oficial 1ºfontanero	19,34	77,36
mo009	4	H	Ayudante fontanero	16,56	66,24
mt35tte010b	10	%	Accesorios para instalacion	600	60

SubTotal	2727,6
----------	--------

2	%	Costes directos complementarios	2727,6	54,552
2	%	Costes indirectos	2782,152	55,64304

<b>TOTAL(€)</b>	<b>2837,79504</b>
-----------------	-------------------

### 11.2.3 Bomba

INSTALACIONES ACS(Bomba)

Codigo	Cantidad	Uds.	Descripción	Precio	Importe(€)
3/7CS4033774	1	Ud	Bomba Wilo-Star-ZD 25/6	159	159
EF5283B2	19	m	Tubo de cobre R250 (semiduro) de 14 mm de diametro	8,93	169,67
EFR11412	19	m	Aislamiento térmico de espuma elastomérica para tuberías	14,06	267,14
mo008	4	H	Oficial 1ºfontanero	19,34	77,36
CU002	4	H	Ayudante fontanero	16,56	66,24
mt35tte010b	10	%	Accesorios para instalacion	600	60

SubTotal	799,41
----------	--------

2	%	Costes directos complementarios	799,41	15,9882
2	%	Costes indirectos	815,3982	16,307964

<b>TOTAL(€)</b>	<b>831,706164</b>
-----------------	-------------------

## 11.2.4 Total ACS

Designación	Precio
Instalacion Captador	2975,12784
Instalacion Acumulador	2837,79504
Instalacion Bomba	831,706164
<b>Total Agua Caliente Sanitaria</b>	<b>6644,62904</b>

## 11.3 Presupuesto Instalaciones Generadoras

### 11.3.1 Placas

INSTALACIONES generadoras(Placas )

Codigo	Cantidad	Uds.	Descripción	Precio	Importe(€)
1010ds	30	Ud	Modulo solar fotovoltaico A-250w GSE	261	7830
SM0012	10	Ud	Soporte para modulos solares fotovoltaicos	145,2	1452
mo001	16	H	Oficial 1ª electricista	20,5	328
mo002	16	H	Ayudante electricista	17,69	283,04
mt35tte010b	10	%	Accesorios para instalacion	600	60

SubTotal	9953,04
----------	---------

2	%	Costes directos complementarios	9953,04	199,0608
2	%	Costes indirectos	10152,1008	203,042016

<b>TOTAL(€)</b>	<b>10355,1428</b>
-----------------	-------------------



### 11.3.2 Regulador

#### INSTALACIONES Generadoras(Regulador )

Codigo	Cantidad	Uds.	Descripción	Precio	Importe(€)
101000ro	2	Ud	Regulador Schneider	1425	2850
mo001	4	H	Oficial 1ª electricista	17,69	70,76
mo002	4	H	Ayudante electricista	17,69	70,76
mt35tte010b	10	%	Accesorios para instalacion	600	60

SubTotal	3051,52
----------	---------

2	%	Costes directos complementarios	3051,52	61,0304
2	%	Costes indirectos	3112,5504	62,251008

<b>TOTAL(€)</b>	<b>3174,80141</b>
-----------------	-------------------

#### INSTALACIONES Generadoras(Baterias)

Codigo	Cantidad	Uds.	Descripción	Precio	Importe(€)
4-4-20	2	Ud	Bateria NETION 12V 200AH	169,4	338,8
mo001	2	H	Oficial 1ª electricista	20,5	41
mo002	2	H	Ayudante electricista	17,69	35,38
mt35tte010b	10	%	Accesorios para instalacion	600	60

SubTotal	475,18
----------	--------

2	%	Costes directos complementarios	475,18	9,5036
2	%	Costes indirectos	484,6836	9,693672

<b>TOTAL(€)</b>	<b>494,377272</b>
-----------------	-------------------

### 11.3.3 Baterías

### 11.3.4 Inversor

INSTALACIONES Generadoras(Inversor)

Codigo	Cantidad	Uds.	Descripción	Precio	Importe(€)
10100in	2	Ud	Inversor/cargador marca Shneider	1669	3338
mo001	2	H	Oficial 1ª electricista	20,5	41
mo002	2	H	Ayudante electricista	17,69	35,38
mt35tte010b	10	%	Accesorios para instalacion	600	60

SubTotal	3474,38
----------	---------

2	%	Costes directos complementarios	3474,38	69,4876
2	%	Costes indirectos	3543,8676	70,877352

<b>TOTAL(€)</b>	<b>3614,74495</b>
-----------------	-------------------

### 11.3.5 Total instalaciones generadoras

Designación	Precio
INSTALACIONES generadoras(Placas )	10355,1428
INSTALACIONES Generadoras(Regulador )	3174,80141
INSTALACIONES Generadoras(Baterias)	494,377272
INSTALACIONES Generadoras(Inversor)	3614,74495
INSTALACIONES Generadoras(Grupo electrogeno)	2158,38263
<b>Total Instalaciones Generadoras</b>	<b>19797,4491</b>



## 11.4 Presupuesto instalaciones electricas

### 11.4.1 Luminarias

INSTALACIONES electricas(Luminarias )

Codigo	Cantidad	Uds.	Descripción	Precio	Importe(€)
L710028WU	56	Ud	PROLED downlight 2,5W	4,25	238
A-0001	12	Ud	ABB-DTS 19W	19,95	239,4
L7102528FS	2	Ud	PREOLED Downslight Pollux 19w	12,9	25,8
L800428PD	31	Ud	PROLED LED Panel 43w	22,95	711,45
mo001	16	H	Oficial 1ª electricista	20,5	328
mo002	16	H	Ayudante electricista	17,69	283,04
mt35tte010b	10	%	Accesorios para instalacion	600	60

SubTotal	1885,69
----------	---------

2	%	Costes directos complementarios	1885,69	37,7138
2	%	Costes indirectos	1923,4038	38,468076

<b>TOTAL(€)</b>	<b>1961,87188</b>
-----------------	-------------------

### 11.4.2 Emergencias

INSTALACIONES electricas(Emergencias)

Codigo	Cantidad	Uds.	Descripción	Precio	Importe(€)
61831	28	Ud	Emergencia NT / 240 -450Lum 1h	16,95	474,6
61832	5	Ud	Emergencia NT / 750 Lum 1h	19,95	99,75
61552	2	Ud	Emergencia B44 L.V.S./ 165 Lum 1h	14,95	29,9
mo001	16	H	Oficial 1ª electricista	20,5	328
mo002	16	H	Ayudante electricista	17,69	283,04
mt35tte010b	10	%	Accesorios para instalacion	600	60

SubTotal	1275,29
----------	---------

2	%	Costes directos complementarios	1275,29	25,5058
2	%	Costes indirectos	1300,7958	26,015916

<b>TOTAL(€)</b>	<b>1326,81172</b>
-----------------	-------------------

### 11.4.3 Conductores

INSTALACIONES electricas(Conductores )

Codigo	Cantidad	Uds.	Descripción	Precio	Importe(€)
CU001	490	m	Conductor 1,5mm2 Cu H07Z1-K Unipolar, colocado en tubo	0,14	68,6
CU002	600	m	Conductor 2,5 mm2 Cu H07Z1-K Unipolar, colocado en tubo	0,2	120
CU101	64	m	Conductor 16 mm2 Cu H07Z1-K Unipolar, colocado en tubo	1,7	108,8
TC020	200	m	Tubo corrugado 20mm	0,22	44
TC016	170	m	Tubo corrugado16mm	0,2	34
TC032	22	m	Tubo corrugado 32mm	1,2	26,4
mo001	24	H	Oficial 1ª electricista	20,5	492
mo002	24	H	Ayudante electricista	17,69	424,56
mt35tte010b	100	%	Accesorios para instalacion	600	600

SubTotal	1918,36
----------	---------

2	%	Costes directos complementarios	1918,36	38,3672
2	%	Costes indirectos	1956,7272	39,134544

## 11.4.4 CGP

INSTALACIONES electricas(Magnetotermicos )

Codigo	Cantidad	Uds.	Descripción	Precio	Importe(€)
CG004P	1	Ud	Caja para cuadro de mando y protección, de material autoextinguible	43	43
IA8005	1	Ud	Mag/Bip. 40A	63,21	63,21
IA8003	7	Ud	Mag/Bip. 20A	21,14	147,98
IA8002	8	Ud	Mag/Bip. 10A	19,87	158,96
IA7002	15	Ud	Diferen./Bipo. 25A; 30mA	16,9	253,5
mo001	2	H	Oficial 1ª electricista	20,5	41
mo002	2	H	Ayudante electricista	17,69	35,38
mt35tte010b	10	%	Accesorios para instalacion	600	60

SubTotal	803,03
----------	--------

2	%	Costes directos complementarios	803,03	16,0606
2	%	Costes indirectos	819,0906	16,381812

<b>TOTAL(€)</b>	<b>835,472412</b>
-----------------	-------------------

## 11.4.5 Total instalaciones electricas

Designación	Precio
INSTALACIONES electricas(Luminarias )	1961,87188
INSTALACIONES electricas(Emergencias)	1326,81172
INSTALACIONES electricas(Accionadores y T.C )	1398,5577
INSTALACIONES electricas(Conductores )	1995,86174
INSTALACIONES electricas(Magnetotermicos )	835,472412
<b>TOTAL INSTALACIONES ELECTRICAS</b>	<b>7518,57545</b>



## 11.5 Presupuesto instalaciones de seguridad

### INSTALACIONES SEGURIDAD

Codigo	Cantidad	Uds.	Descripción	Precio	Importe(€)
mt35tte010a	1	Ud	Accesorios de seguridad	4000	4000
mo003	4	H	Oficial 1ª construccion	19,84	79,36
mo004	4	H	Peon ordinario construccion	16,56	66,24
mt35tte010b	10	%	Accesorios para instalacion	600	60

SubTotal	4205,6
----------	--------

2	%	Costes directos complementarios	4205,6	84,112
2	%	Costes indirectos	4289,712	85,79424

<b>TOTAL(€)</b>	<b>4375,50624</b>
-----------------	-------------------

### 11.5.1 Presupuesto Total

El

#### COSTES TOTALES

Designación	Precio
TOTAL INS. ACS	6644,62904
TOTAL INS. GENERADORAS	19797,4491
TOTAL INS. ELECTRICA	7518,57545
TOTAL INS.SEGURIDAD	4375,50624
<b>TOTAL COLEGIO RURAL</b>	<b>38336,1598</b>

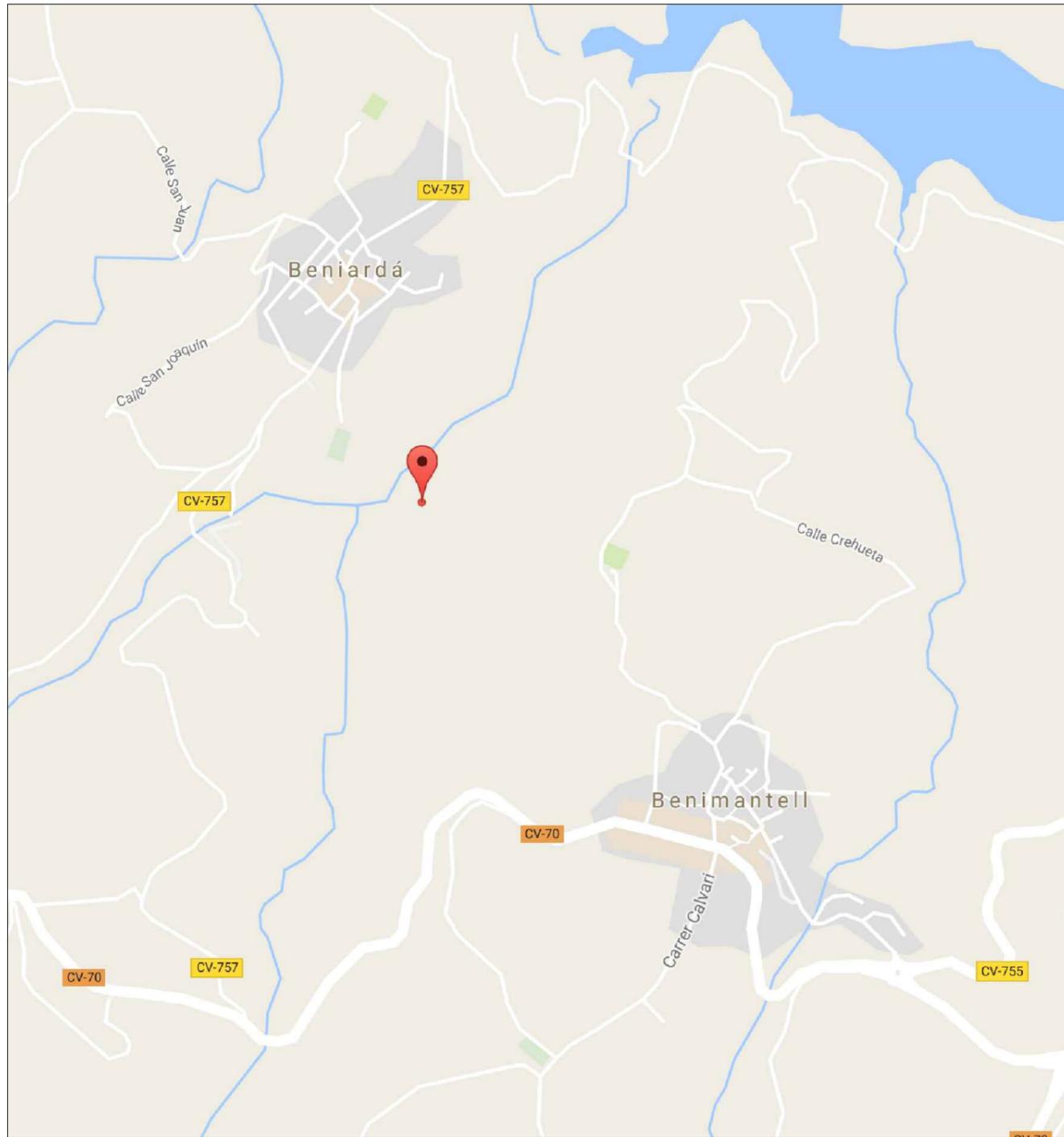
presupuesto total asciende a TREINTA Y OCHO MIL TRESCIENTOS TREINTA Y SEIS EUROS Y QUINCE CENTIMOS

Alcoy, junio 2017

Jorge Albert Belenguer



# 12. Planos

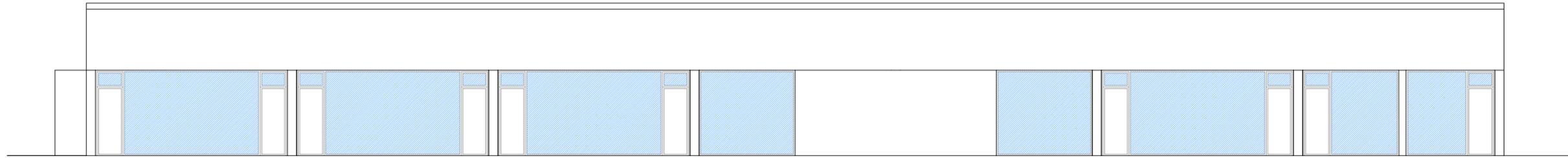


Situación

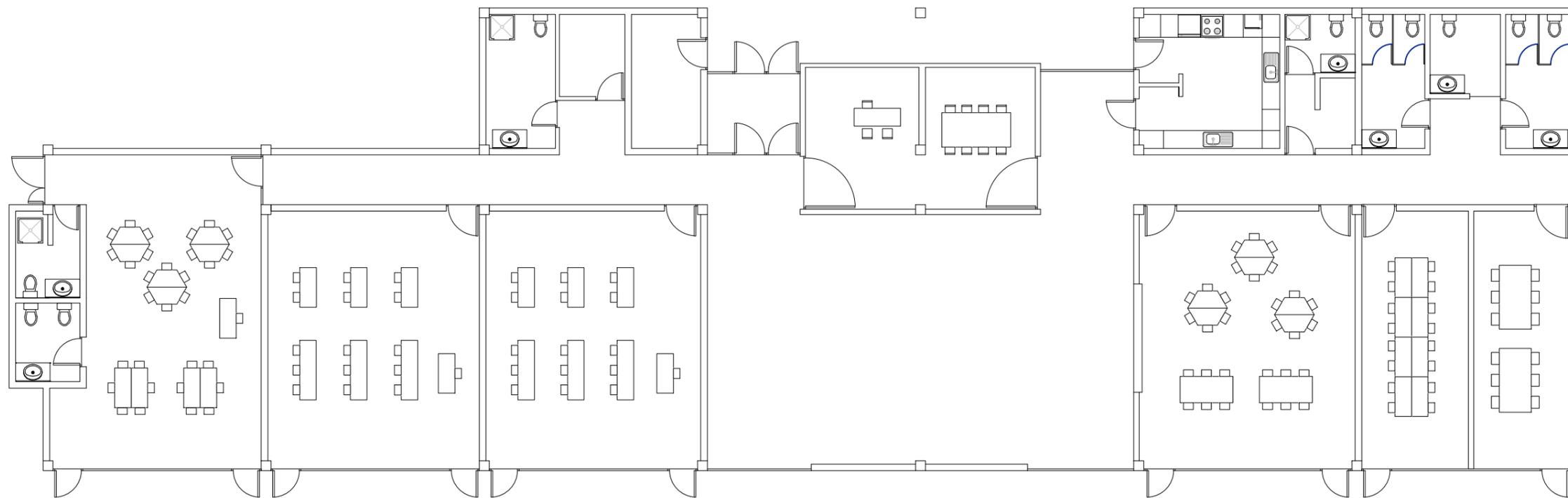


Emplazamiento

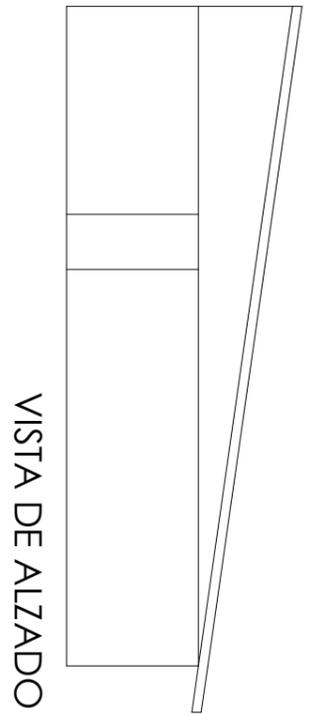
	Fecha	Nombre	Firmas	
Dibujado	26/06/17	Jorge Albert Belenguer		
Plano	Situación y emplazamiento			
Escala:	Proyecto:		Numero	1
S/E	Estudio técnico económico de las instalaciones necesarias para una escuela rural sostenible		Sustituye a	
			Sustituido por	



VISTA DE ALZADO

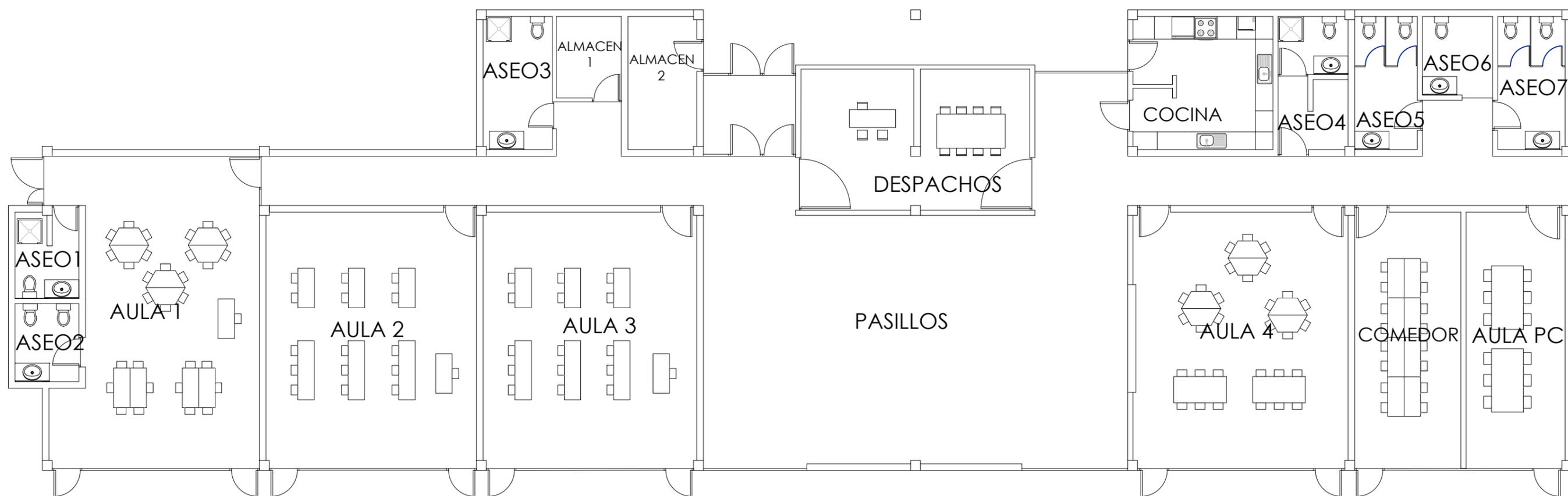


VISTA DE PLANTA



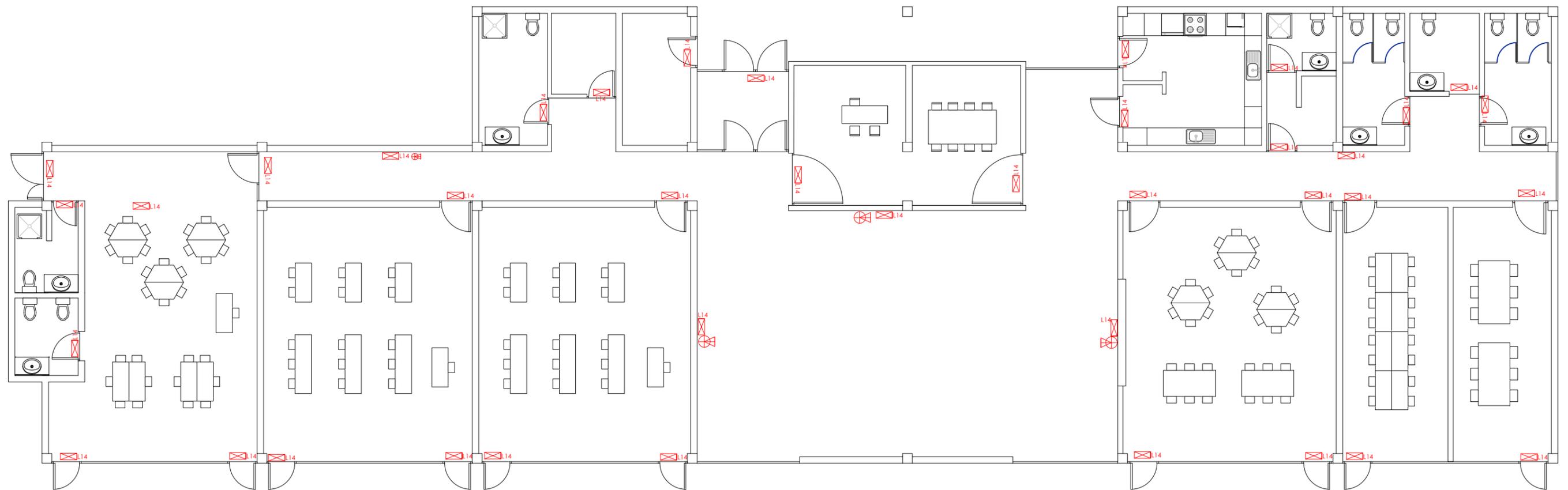
VISTA DE ALZADO

	Fecha	Nombre	Firmas		
Dibujado	26/06/17	Jorge Albert Belenguer			
Plano	Vistas				
Escala:	Proyecto:			Numero	2
1:150	Estudio técnico económico de las instalaciones necesarias para una escuela rural sostenible			Sustituye a	
				Sustituido por	



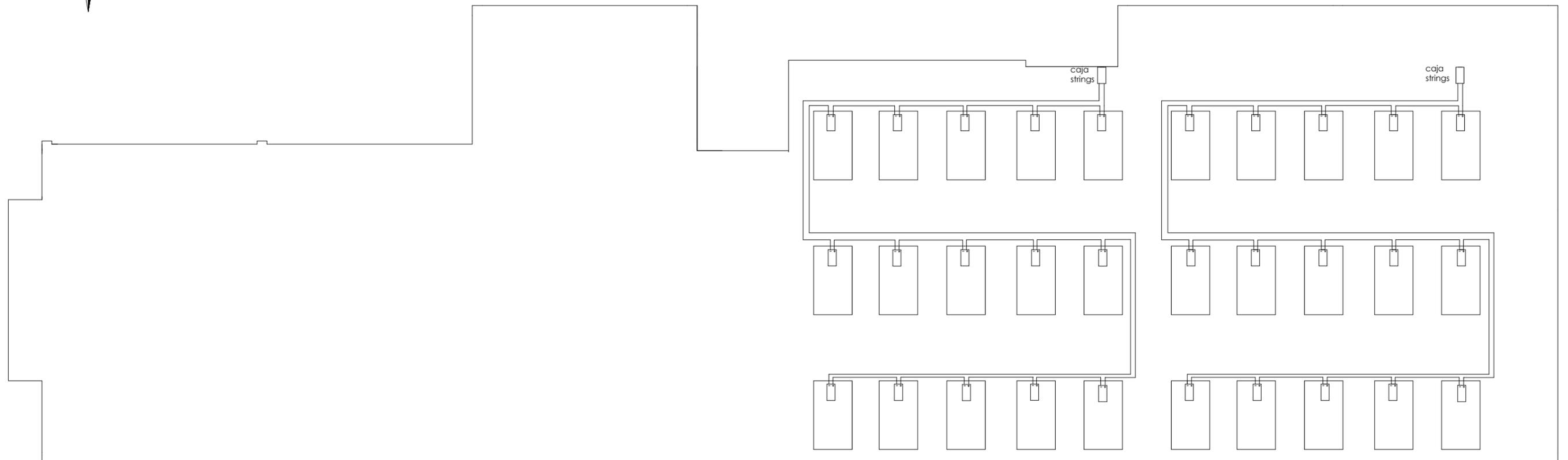
	Fecha	Nombre	Firmas	
Dibujado	26/06/17	Jorge Albert Belenguer		
Plano	Designacion de lugares			
Escala:	Proyecto:		Numero	3
1:125	Estudio técnico económico de las instalaciones necesarias para una escuela rural sostenible		Sustituye a	
			Sustituido por	

LEYENDA	
Simbologia Emergencia	
	EMERGENCIA
	EXTINTOR

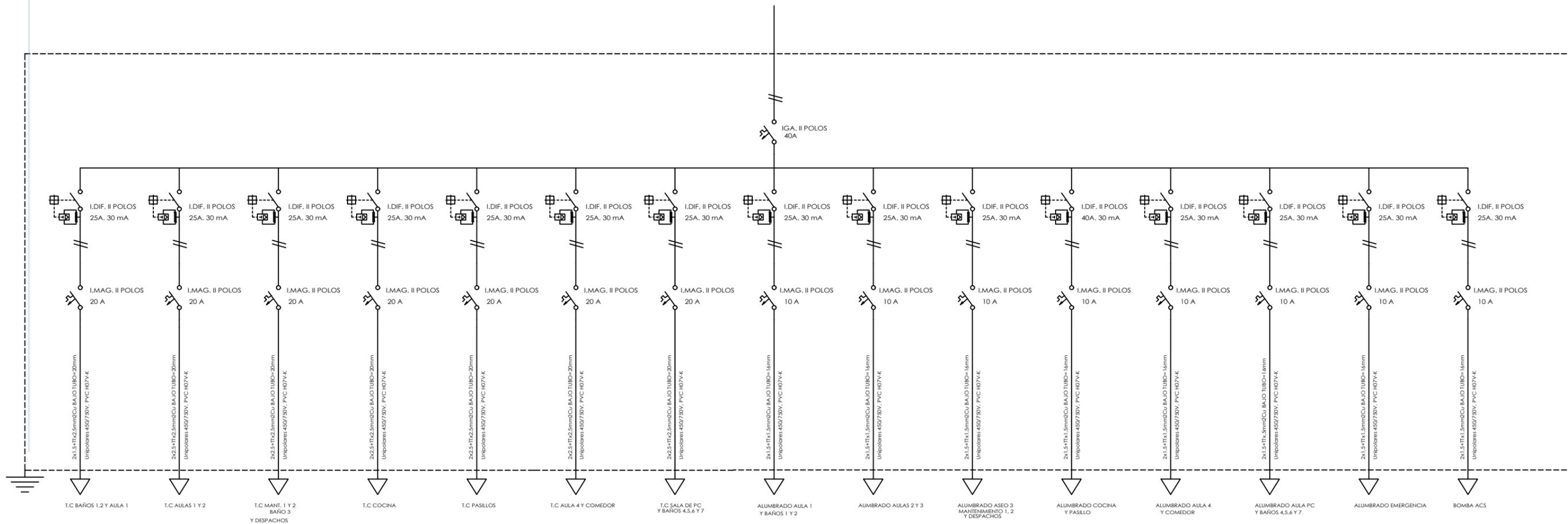


	Fecha	Nombre	Firmas	
Dibujado	26/06/17	Jorge Albert Belenguer		
Plano	Instalaciones de emergencia			
Escala: <b>1:125</b>	Proyecto: Estudio técnico económico de las instalaciones necesarias para una escuela rural sostenible		Numero	4
			Sustituye a	
			Sustituido por	

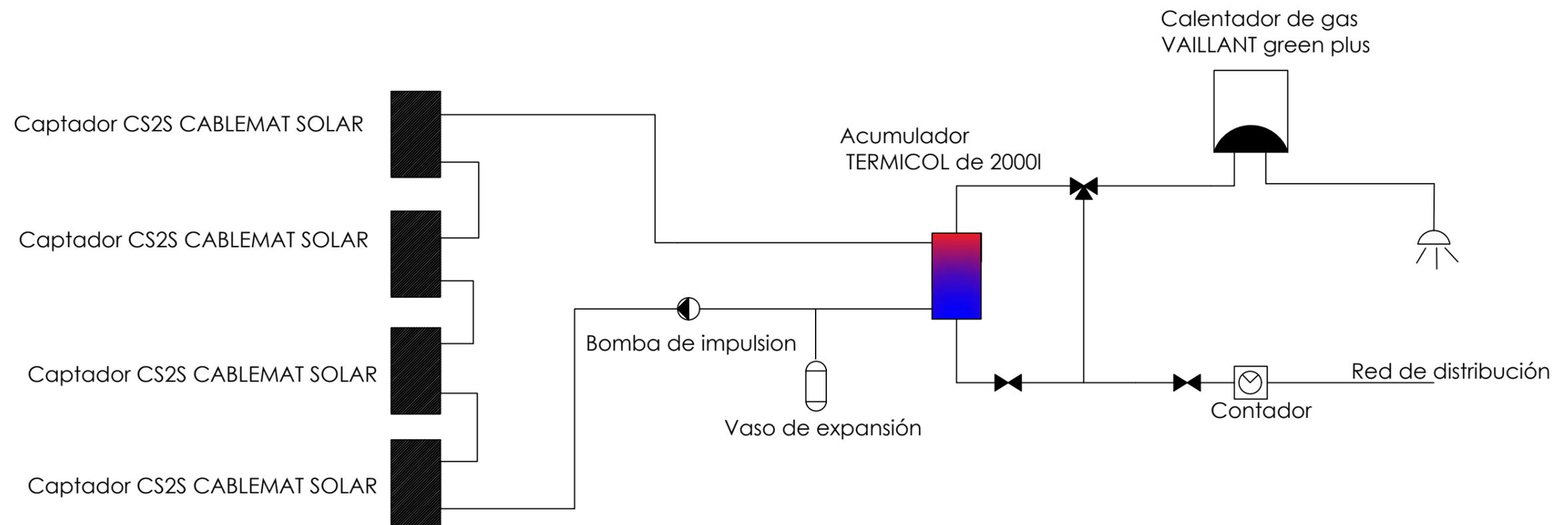




	Fecha	Nombre	Firmas	
Dibujado	26/06/17	Jorge Albert Belenguer		
Plano	Placas fotovoltaicas			
Escala:	Proyecto:		Numero	6
1:125	Estudio técnico económico de las instalaciones necesarias para una escuela rural sostenible		Sustituye a	
			Sustituido por	



	Fecha	Nombre	Firmas	
Dibujado	26/06/17	Jorge Albert Belenguer		
Plano	Esquema unifilar			
Escala: <b>S/E</b>	Proyecto:		Numero	7
	Estudio técnico económico de las instalaciones necesarias para una escuela rural sostenible		Sustituye a	
			Sustituido por	



	Fecha	Nombre	Firmas	
Dibujado	26/06/17	Jorge Albert Belenguer		
Plano	Esquema ACS			
Escala: <b>S/E</b>	Proyecto:		Numero	8
	Estudio técnico económico de las instalaciones necesarias para una escuela rural sostenible		Sustituye a	
			Sustituido por	